



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



PLAN ESTRATÉGICO PARA TORRELAVEGA: movilidad y ordenación urbana

Trabajo realizado por:

Sara Alonso Cañón

Dirigido:

José Luis Moura Berodia

Titulación:

**Máster Universitario en
Ingeniería de Caminos, Canales y
Puertos**

Santander, diciembre de 2018

TRABAJO FINAL DE MÁSTER



Plan estratégico para Torrelavega: movilidad y ordenación urbana



ÍNDICE

1	Resumen	6
2	Abstract	7
3	Introducción.....	8
4	Descripción del área de estudio	10
4.1	Contexto actual y población.....	10
4.2	Análisis de la movilidad en Torrelavega.....	11
5	Zona de actuación	12
6	Usos del suelo en nuestra zona de actuación	14
6.1	Uso del suelo en la actualidad	14
6.2	Uso del suelo año horizonte	16
6.2.1	Objetivo	16
6.2.2	Propuesta de actuación	16
7	Modelo actual	21
8	Modelos de Macrosimulación.....	25
8.1	Descripción de software utilizado	25
8.2	Actualización del modelo	26
9	Modelos de Microsimulación	31
9.1	Descripción software utilizado	32
10	Actualizaciones matrices Origen-Destino en nuestros softwares.....	37
10.1	Actualizaciones temporales	37
10.1.1	Actualizaciones matrices vehículos	37

10.1.2	Actualizaciones matrices autobuses.....	39
10.2	Actualizaciones cambios de usos de los suelos	40
10.3	Matrices Origen-Destino actualizadas	44
10.3.1	Matrices Origen-Destino VISUM coches	44
10.3.2	Matrices Origen-Destino AIMSUN	49
11	Situación de la red y nuevos escenarios propuestos	50
11.1	Situación inicial.....	50
11.2	Escenario 1: Nueva carretera	51
11.3	Escenario 2: Acceso peatonal	53
11.3.1	Modelización acceso peatonal AIMSUN.....	53
11.4	Escenario 3: línea de transporte público.....	55
11.4.1	Modelización de la línea de autobús en AIMSUN	55
12	Análisis de los escenarios	57
12.1	El flujo	57
12.2	La densidad.....	66
12.3	La cola media	67
12.4	El tiempo de demora.....	68
12.5	Tiempo de parada	71
12.6	La velocidad	72
13	Conclusiones	77

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Distribución de la población de las diferentes zonas	10
Ilustración 2: Cruce de vías de Torrelavega.....	11
Ilustración 3: Situación actual de la zona de actuación.....	12
Ilustración 4: Esquema de la metodología	24
Ilustración 5: Ficha generación de viajes zona industrial	28
Ilustración 6: Zona seleccionada	32
Ilustración 7: Trazado en planta en AIMSUN	33
Ilustración 8: Disposición de los centroides	34
Ilustración 9: Detalle de la red	35
Ilustración 10: Detalle de la red	36
Ilustración 11: Detalle de la red	36
Ilustración 12: Evolución IMDs estaciones aforo	38
Ilustración 13: Crecimiento medio IMDs.....	39
Ilustración 14: Evolución viajes autobus	40
Ilustración 15: Situación inicial en AIMSUN	51
Ilustración 16: Situación nueva carretera	52
Ilustración 17: Situación zona de acceso peatonal.....	54
Ilustración 18: Recorrido nueva línea de autobús.....	56
Ilustración 19: Ramal autovía congestionado	64
Ilustración 20: Autovía y ramal introducida la nueva carretera	65
Ilustración 21: Variación densidad	66
Ilustración 22: Variación colas medias	67
Ilustración 23: Variación tiempo de demora.....	68
Ilustración 24: Variación tiempo de parada	72
Ilustración 25: Variación velocidades.....	73

1 Resumen

Torrelavega es una ciudad que se encuentra en un continuado proceso de pérdida de habitantes, que se prolonga ya una década. En el año 2017, con una nueva caída, se contabilizaron un total de 52.000 habitantes y se teme que en un periodo corto de tiempo 2020-2025 pueda encontrarse por debajo de los 50.000 habitantes. Esto tendría unas consecuencias muy negativas para esta población y sin duda cuantiosas pérdidas económicas.

Por ello propondremos modificaciones urbanísticas en un área de actuación, donde sustituyendo el uso del suelo actualmente industrial, por otros nuevos, destinados a potenciar el ocio, el entretenimiento, el emprendimiento empresarial, el comercio y la cultura en la ciudad de Torrelavega y los municipios cercanos a la misma.

Partiendo de la base de la red actual de transporte en vehículo público y privado de Torrelavega y su área circundante, analizaremos la situación y propondremos una serie de medidas que intenten mejorar la circulación en la red y potenciar también las principales fortalezas que posee la ciudad.

Con diferentes modificaciones, entre las que se encuentran la construcción de una nueva carretera, implementación de nuevas líneas de transporte público y conexiones peatonales entre la ciudad y la zona de actuación, realizaremos simulaciones con softwares especializado, las cuales nos permitirán obtener diferentes variables, con las que estudiaremos y analizaremos las variaciones que dichas modificaciones introducen en nuestra red. Las variables que se han seleccionado para analizar son el flujo, la densidad, el tiempo de parada y de demora, la cola media y la velocidad. Con todo ello obtendremos unas conclusiones sobre la situación de la red, con los nuevos usos propuestos para dar al suelo.

2 Abstract

Torrelavega is a city that is in a continuous process of loss of inhabitants, already accumulating a decade losing population. In 2017, with a new fall, a total of 52,000 inhabitants were counted, and it is feared that in a short period 2020-2025 it may be below 50,000 inhabitants. This would have very negative consequences due to the considerable economic losses that this would entail.

For this purpose, we will propose some urban modifications in our area of action replacing the use of current industrial ground with new methods destined to enhance leisure, entertainment, and culture in the city of Torrelavega and nearby municipalities. Starting from the base of the current public transportation network which is private of Torrelavega and its surrounding area, we will analyze the situation and propose a series of measures that try to improve the circulation in the network, also working to enhance the main strengths that the city possesses.

We will carry out simulations in our software which will allow us to obtain different variables obtained with the various modifications that we can find in the construction of a new highway, the implementation of new public transportation lines and pedestrian connections between the city and our area of activity. With the results obtained, we will study and analyze the variations that these modifications introduce in our network. The variables that have been selected to examine are the flow, the density, the stop and delay time, the average queue and the speed. With all of them we will obtain some conclusions about the situation of the network with the new proposed uses to give to the soil.

3 Introducción

Torrelavega es la segunda ciudad más importante de Cantabria, tan solo por detrás de su capital Santander. La ciudad cuenta en la actualidad con un total de 52000 habitantes, su menor cifra en más de una década. Esta pérdida de habitantes está siendo constante y progresiva en los últimos años, por lo que se teme que en pocos años la ciudad pueda llegar a encontrarse por debajo de los 50000 habitantes. Esto supondría un gran decaimiento para la ciudad que además generaría unas cuantiosas pérdidas económicas.

Esta pérdida continua de población puede tener sus principales consecuencias en un sector industrial, base de la economía de la ciudad, que se encuentra en una constante crisis en los últimos años. Un ejemplo de ello es la fábrica de Sniace, lugar en el que propondremos realizar nuestras propuestas de actuación para revitalizar la ciudad, la cual ha permanecido cerrada varios años en la última década y a pesar de haberse producido su reapertura en el año 2016, pero muy por debajo de su nivel máximo de funcionamiento. Esto ha hecho que se pierdan un gran número de puesto de trabajo en este sector tan clave, que no se están generando en ningún otro campo. Además, según unos estudios realizados recientemente la ciudad de Torrelavega posee un parque de vivienda bastante anticuado y con un precio elevado en comparación con otros municipios colindantes. Por último, dicho estudio también resalta la falta de actividades culturales, de ocio, entretenimiento... Todo ello no solo ha producido un constante decrecimiento del número de habitantes, sino que también ha provocado una notable reducción de la población joven, que se marcha a otros lugares en busca de mejores posibilidades en todos los ámbitos, encaminándose en el caso de que esta tendencia continúe en alza a una sociedad envejecida.

Con todos estos datos tan negativos de la ciudad, se va a realizar una propuesta de modificación del uso del suelo en una zona que ha generado bastante controversia y discusiones en los últimos años. Se trata de la zona noroeste, que se encuentra en la margen contraria del río Saja, de la zona centro de Torrelavega. Dicha zona alberga en su mayoría el parque industrial de la fábrica de Sniace, encontrándose este anticuado, deteriorado y con una parte en desuso.

Esta nueva propuesta que se va a realizar pretende dar un empujón a la ciudad, tratando que esta vuelva a recuperar tanto habitantes como vitalidad, dando a la zona unos nuevos usos destinados fundamentalmente al entretenimiento, el ocio, la cultura, las actividades deportivas...

Un factor que será determinante para el buen funcionamiento y la prosperidad de estos nuevos usos a los que se destinará el suelo serán las comunicaciones que se implementarán en la zona. La zona al tener actualmente un uso mayoritariamente industrial no posee unas conexiones que se encuentren preparadas para albergar las nuevas funciones a las que se va a destinar, ya que no posee ninguna línea de transporte público que conecte con la zona, ni un buen acceso peatonal que permita a las personas que acudan desde las zonas más próximas desplazarse andando. Por ello la incorporación de estas será fundamental para la buena acogida y el buen funcionamiento de la propuesta. Por último, además se observará la situación en la que se encentrarán los viales debido a estos nuevos usos, y la posible necesidad de ampliar o modificar las existentes o construir alguno nuevo.

Con estas propuestas realizaremos simulaciones tanto en software microscópicos, como macroscópicos que nos permitirán ver, analizar y estudiar el funcionamiento de la red, de los diferentes viales que conectan la zona y obtener los posibles problemas que presentará para proponer medidas para mitigarlos.

4 Descripción del área de estudio

4.1 Contexto actual y población

Torrelavega es la segunda población más importante de Cantabria justo por detrás de su capital Santander. Se encuentra situada en un valle, a tan solo 8 km de la costa y a 25 de Santander y en ella confluyen los ríos Saja y Besaya.

La ciudad de Torrelavega se encuentra en un continuado proceso de pérdida de habitantes, acumulando ya más de una década perdiendo población. En el año 2017, con una nueva caída, se contabilizaron un total de 52000 habitantes y se teme que en un periodo corto de tiempo 2020-2025 pueda encontrarse por debajo de los 50000 habitantes. Esto tendría unas consecuencias muy negativas debido a las cuantiosas pérdidas económicas que esto supondría para la ciudad.

A continuación, se muestra la imagen que representa la distribución de la población de las diferentes zonas:

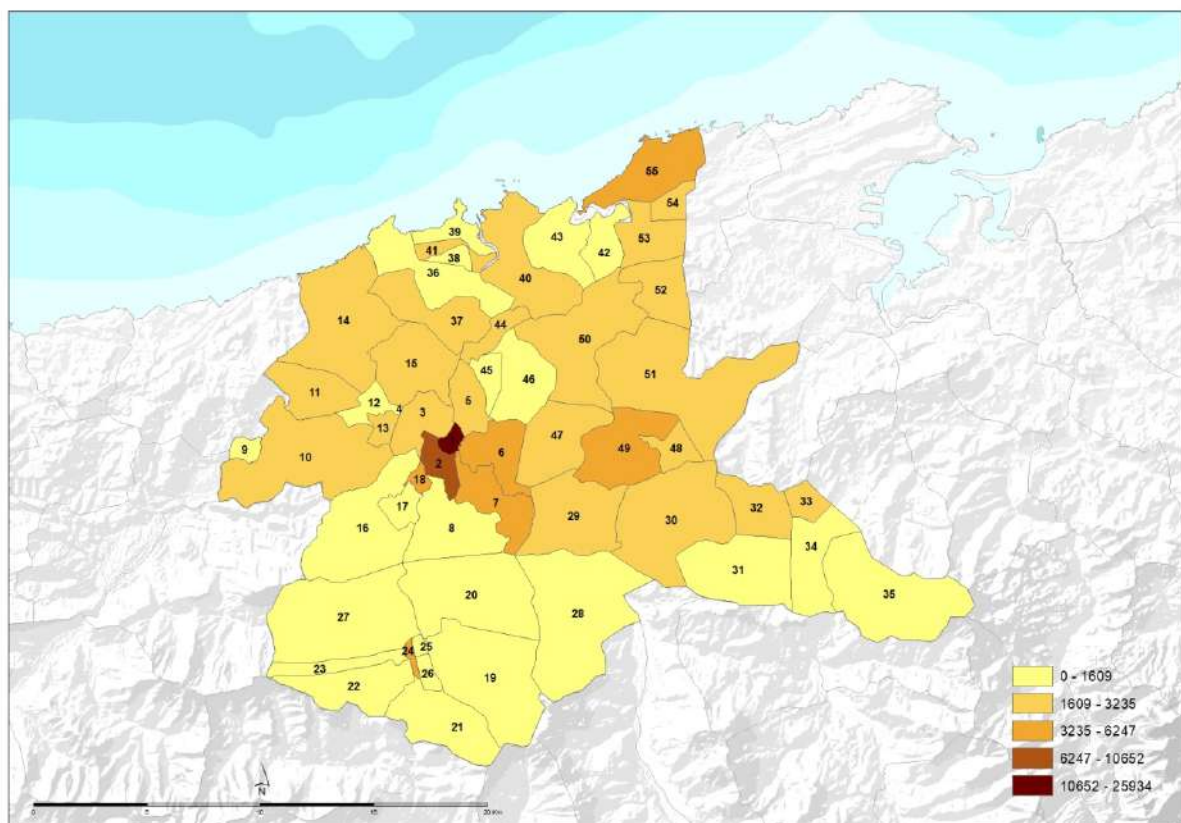


Ilustración 1: Distribución de la población de las diferentes zonas

Además, de que Torrelavega se encuentra en una constante pérdida de población, la población que se está perdiendo en su mayoría es joven que se traslada a otros lugares en busca de mejores oportunidades. Esto está haciendo que se encamine cada vez más a ser una ciudad con población envejecida.

4.2 Análisis de la movilidad en Torrelavega

Esta población es un cruce de caminos ya que en ella se conectan las principales vías de comunicación. Estas vías son la autovía Cantabria-Meseta (A-67), la cual conecta esta con la comunidad de Castilla y León, más concretamente con la provincia de Palencia y la autovía del Cantábrico (A-8) que conecta las comunidades de Asturias, Cantabria y País Vasco.

La autovía que une Torrelavega con Santander, la A-67, registra un importante tráfico de camiones y de turistas, incluidos los procedentes del ferry que une Santander con Plymouth en Inglaterra y del aeropuerto de Santander y, en último lugar, aunque no menos importante, el transporte de viajeros de las empresas de autobuses ALSA y Continental-Auto, ubicándose la Estación de Autobuses en el antiguo solar de la Granja Poch.

Igualmente transcurren por el municipio las carreteras N-611 y la N-634. Además, cuenta con varias paradas tanto del ferrocarril de cercanías como de RENFE.



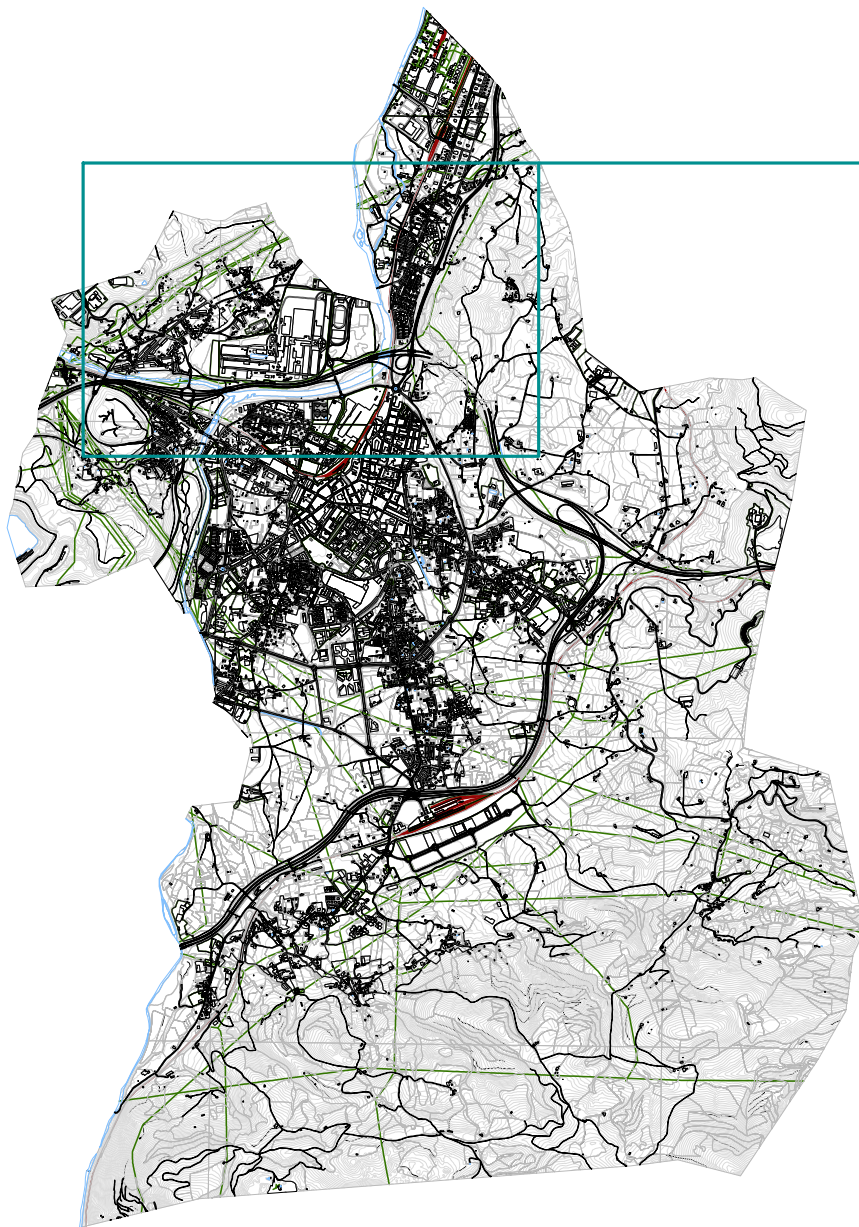
Ilustración 2: Cruce de vías de Torrelavega

5 Zona de actuación

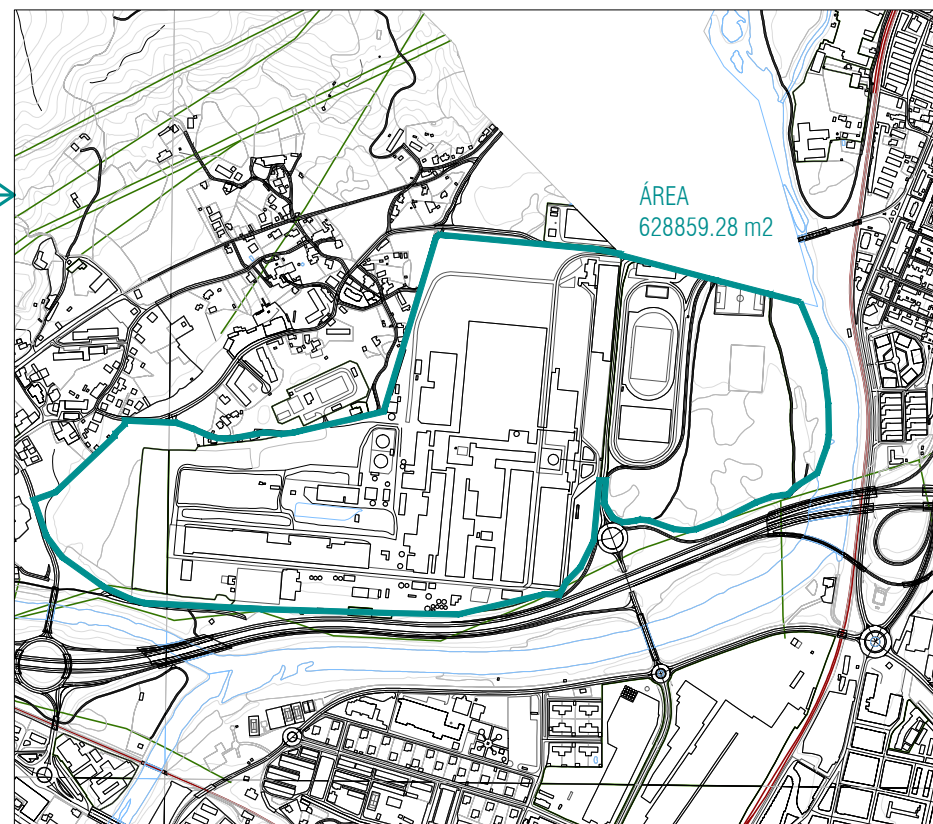
Para el desarrollo de este proyecto se ha seleccionado una zona de actuación que se encuentra en la parte norte de la ciudad de Torrelavega. Posee un total de 628859,28 m² y en la actualidad la zona alberga un parque industrial muy antiguo y en deficiente estado, en el que se encuentra fundamentalmente la fábrica de Sniace, junto con una zona deportiva con escasas prestaciones y un parque. En dicha zona se implementarán una serie de propuestas que nos permitirán dar un nuevo uso al suelo, recuperar y potenciar una zona que actualmente se encuentra desaprovechada y en estado decadente, contribuyendo al objetivo global de una ciudad más sostenible, con mayor oferta cultural de ocio y deportes, que vuelva a incrementar el crecimiento de la población. A continuación, se muestra una imagen de la zona de actuación:



Ilustración 3: Situación actual de la zona de actuación



PLANO DE SITUACIÓN. ESCALA 1/40000



PLANO DE EMPLAZAMIENTO. ESCALA 1/10000

Área de actuación



6 Usos del suelo en nuestra zona de actuación

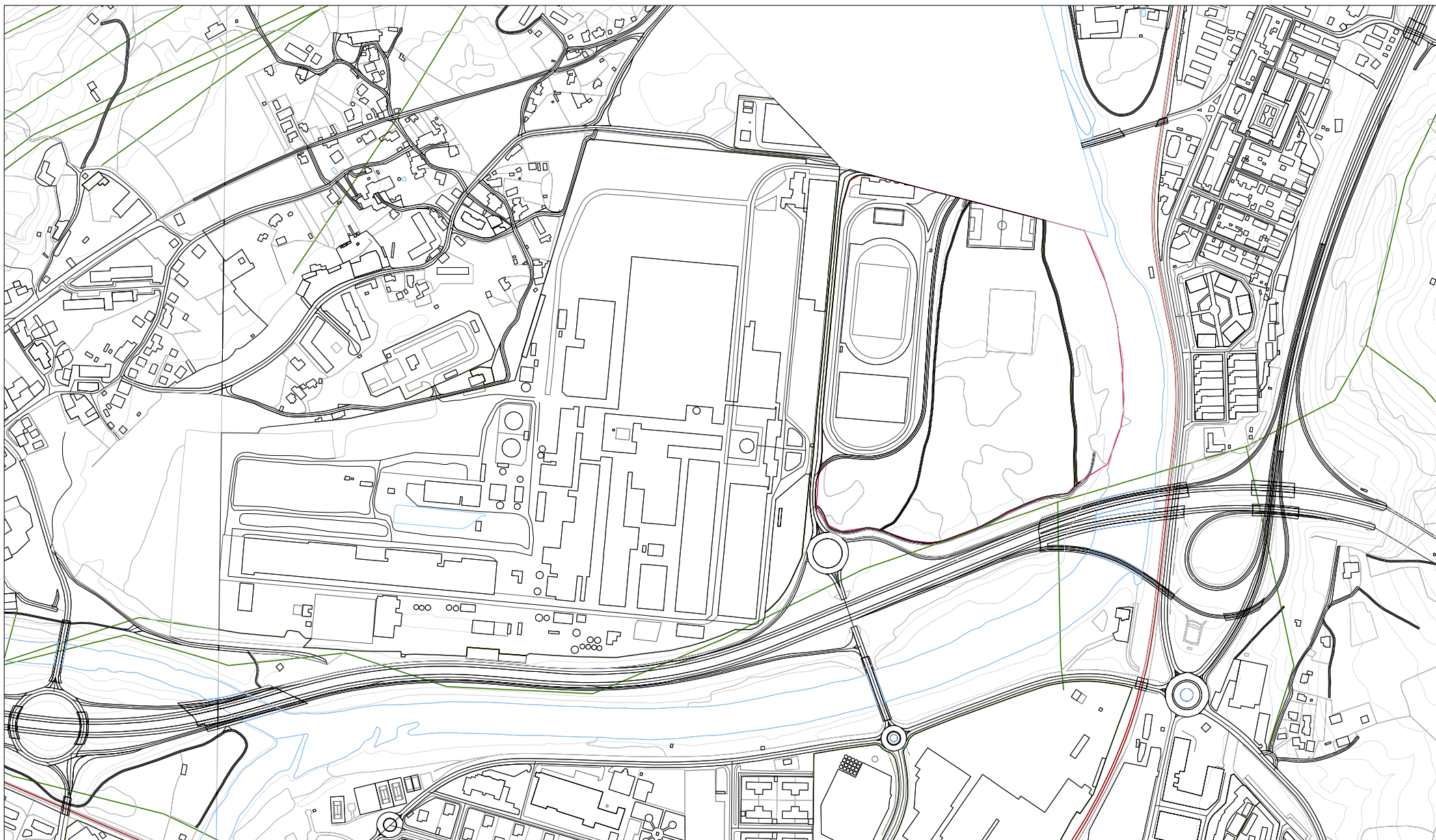
6.1 Uso del suelo en la actualidad

En la actualidad la zona seleccionada para implementar nuestras propuestas tiene como principal uso el industrial, además la zona también presenta una zona verde destinada al uso deportivo.

La zona industrial alberga la industria química de Sniace, la cual se instaló en la ciudad de Torrelavega en el año 1940. Esta fábrica tenía como principal interés la producción de celulosa, rayón o fibra continua y viscosilla o fibra cortada. Entre los años 1941 y 1945 se construyeron de forma bastante rápida la mayoría de las instalaciones de las cuales dispone la industria.

La industria llegó a dar trabajo en sus años de máximo auge a 3500 personas de forma directa y a más de 10000 de manera indirecta. En el año 1993 la empresa sufrió su primera gran crisis con la reconversión industrial y perdió una gran parte de su plantilla. Posteriormente en el año 2013 sufrió su segunda gran crisis que estuvo a punto de costar el cierre definitivo de la empresa, ya que la misma permaneció durante más de 3 años cerrada. Finalmente, tras muchas peleas judiciales la empresa se volvió a reabrir en el año 2016 y actualmente en el año 2018 cuenta aproximadamente con unos 350 trabajadores, muy por debajo de su pico máximo de trabajadores alcanzado muchos años atrás, con unas instalaciones en una situación bastante precaria y rodeada continuamente de conflictos y pérdidas económicas.

Además de la zona industrial, también se encuentra la zona verde del Patatal que se encuentra un poco anticuada y falta de servicios al igual que la zona deportiva.



PLANO PROPUESTA 1/5000



6.2 Uso del suelo año horizonte

6.2.1 Objetivo

El objetivo es realizar una propuesta de mejoras en la ciudad de Torrelavega, que permitan volver a incrementar una población en continuo decrecimiento durante los últimos años y evitar que esta se reduzca por debajo de la barrera crítica de los 50000 habitantes.

El nuevo modelo que se propone Torrelavega 2026 está orientado a potenciar las principales ventajas que ofrece una pequeña ciudad, como pueden ser la proximidad o la calidad de vida y combinarlas con las ventajas de una ciudad grande como pueden ser los servicios disponibles o las ofertas de ocio y culturales. Además, en el nuevo modelo de Torrelavega se propone y fomenta un tipo de ciudad con una movilidad más sostenible, intentando reducir el actual uso mayoritario del vehículo privado por desplazamientos en transporte público, bicicletas o caminando.

6.2.2 Propuesta de actuación

Nuestra superficie de actuación dispondrá un total de 628859.28 m², que serán destinados principalmente a 4 usos, los cuales se corresponderán con las medidas de actuación.

6.2.2.1 Primera propuesta

Nuestra zona de actuación presenta en la actualidad un parque industrial anticuado en su mayor parte en desuso. Por ello la primera propuesta es la recuperación de esta zona industrial con un nuevo uso, que pueda dar un empujón a la ciudad en muchos aspectos y que permita recuperar su crecimiento, perdido en los últimos años.

En la actualidad la ciudad de Torrelavega presenta una escasa oferta cultural, de ocio, entretenimiento y deportivo, debido a la falta de lugares adecuados para el desarrollo de dichas actividades o al deterioro y antigüedad de los existentes. Por ello se propone la creación de un gran centro multiusos que permita el desarrollo de numerosas actividades. Este centro estará dividido en varios pabellones de exposiciones y multiusos y contará con un centro de congresos, un museo y un restaurante permanentes. Esto

permitirá a la ciudad desarrollar una importante agenda de eventos culturales, espectáculos, conciertos, eventos deportivos, tanto a nivel comarcal como nacional. Además, también permitirá la organización de congresos, ferias y exposiciones, tanto de productos típicos de la zona basados en la agricultura y ganadería, como otras de carácter nacional dedicadas a otros aspectos. Todo ello dotará a la ciudad de un gran potencial y atractivo volviendo a poner en el mapa a la ciudad de Torrelavega, como referente.

6.2.2.2 *Segunda propuesta*

Como segunda propuesta de actuación se propone la construcción de un gran aparcamiento, con capacidad para 1000 vehículos, que permita estacionar un gran número de ellos los días que el centro multiusos acoja eventos culturales, deportivos, congresos, exposiciones.

Además, con el actual modelo que presenta la ciudad de Torrelavega, la movilidad de esta se encuentra basada en el vehículo privado. Esto genera importantes problemas de aparcamiento en una gran parte de la ciudad, y especialmente en la zona centro de la misma. También, este modelo basado en el vehículo privado se aleja de los modelos actuales y futuros de ciudades verdes y sostenibles que buscan una movilidad basada en el peatón, transporte público y uso de la bicicleta como transporte alternativo.

Por ello se propone además la utilización del parking del centro multiusos como aparcamiento disuasorio, que contribuirá a solucionar en parte los problemas de aparcamiento que posee la ciudad de Torrelavega. Para el buen funcionamiento de este aparcamiento situado en la zona del extrarradio de la ciudad y que este cumpla la función de medida disuasoria que hemos propuesto, y reducir así el número de vehículos que acceden a la zona centro de la ciudad, este debe complementarse con un buen sistema de autobuses lanzadera que comuniquen esta zona con el centro de la ciudad y con un buen acceso peatonal.

Por último, según varios estudios realizados en el territorio nacional, la utilización de las autocaravanas se encuentra en auge en los últimos años, en sustitución de otras formas vacacionales, con un amplio crecimiento de sus ventas y una ocupación de los campings

para estos vehículos el último verano del 90 por ciento. Por ello y al encontrarnos en una ciudad con una oferta hotelera muy ajustada, se propone también la creación de un parking para caravanas en la zona de las inmediaciones del parque, fomentándose así la llegada de este creciente tipo de turistas a la ciudad de Torrelavega.

6.2.2.3 Tercera propuesta

Nuestra zona de actuación presenta ya en la actualidad una zona verde, conocida como el Patatal. Dicha zona se encuentra desestructurada y con una mala conexión con la ciudad, principalmente en el ámbito del transporte público. Además, este parque se encuentra en las inmediaciones del río Saja, lo que también dota a la zona de un potencial de aprovechamiento del mismo para actividades de ocio y espaciamento. Por lo tanto, con estas observaciones realizadas se propone la rehabilitación del actual parque del Patatal convirtiéndolo en un nuevo espacio verde y natural vanguardista, que permita a la población realizar numerosas actividades tanto de ocio como de deporte amateur. Con esta oferta se pretende paliar en lo posible la pérdida de atractivo de la ciudad debido a la escasez de actividad de ocio y entretenimiento tanto para la gente joven, como para las familias.

Para la rehabilitación y desarrollo de este parque se implantarán los siguientes elementos:

- Una zona de picnic que permita a las familias de la ciudad pasar un día agradable en convivencia con la naturaleza.
- Una zona de juegos infantiles
- Zona de paseo con un área de ejercicios para mayores
- Pista de running, con posibilidad carriles de enlace con distintas zonas de la ciudad.
- Carril bici, con posibilidad carriles de enlace con distintas zonas de la ciudad.
- Pista de skateboard.
- Rocódromo.
- Aprovechando la zona próxima al río para la construcción de una zona destinada al piragüismo.

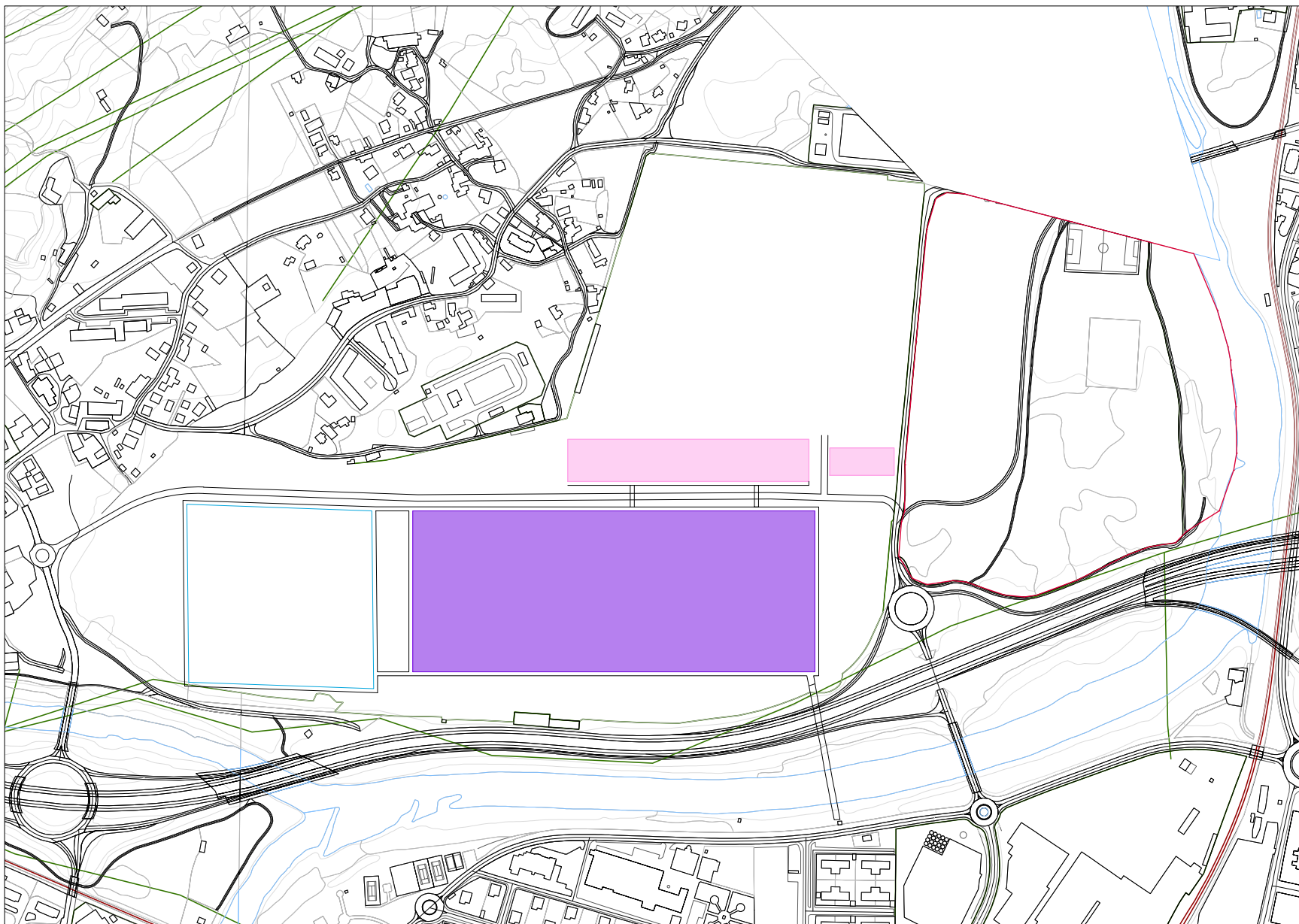
- Mejora del campo de fútbol ya existente en el propio parque, e instalación de otro de baloncesto y otro multideportivo.
- Mesas de pimpón y de Bádminton.

Todo ellos combinado con una buena accesibilidad a la zona tanto para las personas que vengan de otros municipios con la implantación del parking, como con la implementación y fomento de las nuevas líneas de transporte público que permitan a los habitantes de la ciudad acceder al mismo con facilidad.





Además, la zona también posee una zona deportiva, que mantendrá y la cual se pretenderá potenciar con la facilidad de acceso que se está dotando a la zona.

6.2.2.4 *Cuarta propuesta*

La ciudad de Torrelavega y sus municipios colindantes, poseen una tradición agrícola y sobre todo ganadera fuertemente arraigada. Por ello aprovechando esta tradición se pretende crear una nueva zona comercial en la que se potencien el comercio de proximidad y el de productos típicos de la comarca, además se pretende dar impulsión a nuevos sectores empresariales, como el de los productos bio saludable o ecológicos de venta directa, capaces de generar nuevos empleos. Todo esto se verá acompañado de la creación de una oficina permanente de asesoramiento empresarial a emprendedores o pequeños empresarios que inicien su actividad, y de un vivero de empresas con locales de pequeño tamaño, dotados de equipos y servicios comunes mancomunados, que permitan a los nuevos empresarios un lugar de inicio para su actividad con unos costes asequibles y un gran apoyo técnico. Este ocupará una superficie de 800 metros cuadrados distribuidos en dos plantas, y estará instalado en una de las antiguas naves industriales rehabilitada a este efecto.



LEYENDA

-  Rehabilitación de espacio deportivo existente
-  Palacio de congresos. Centro de convenciones. Edificio singular.
-  Espacio para uso comercial
-  Aparcamiento

PLANO PROPUESTA 1/5000

Proyecto de Fin de Master. Universidad de Cantabria

2. PLANO PROPUESTA

Autor : Sara Alonso Cañón
Fecha : Diciembre 2018
Ubicación: Torrelavega
Escala: 1/5000 / Formato: A3



7 Modelo actual

Para la elaboración del proyecto se ha tomado de base la red de transporte elaborada por el grupo de investigación de Sistemas de Transporte de la Universidad de Cantabria. El estudio desarrolla la planificación del transporte entre Torrelavega y los municipios de su área de influencia. Se entiende como área de influencia los municipios de: Miengo, Polanco, Piélagos, Castañeda, Santa María de Cayón, Puente Viesgo, San Felices de Buelna, Los Corrales de Buelna, Cartes, Reocín, Santillana del Mar y Suances.

Para la elaboración de dicho modelo se definieron los siguientes objetivos:

- 1.- Modelizar y calibrar la demanda total de movilidad
- 2.- Modelizar y calibrar la demanda de cada modo de Transporte Público y Privado.
- 3- Determinar y organizar las líneas de transporte público regional en autobús entre Torrelavega y el resto de los municipios de su área de influencia. Dentro de este punto, se definirán horarios, itinerarios (rutas), paradas y flota necesarios para la prestación de los servicios.

Es de hacer notar que una solución eficiente del sistema de transporte público del área de Torrelavega no es algo que se obtenga inmediatamente en el tiempo, sino que requiere un periodo de adaptación de la demanda. En definitiva, las líneas de transporte “han de hacerse” (adquirir viajeros) a medio plazo a medida que el usuario se acostumbra a la red y a su eficacia.

La metodología utilizada para llevar a cabo la calibración del modelo calcula la movilidad del área de estudio mediante las matrices O/D totales y el reparto modal de viajeros tanto en vehículo privado como en transporte público. En definitiva, se implementa un modelo de asignación Multimodal mediante el programa informático VISUM, que reproduce la movilidad del área de estudio y que permite analizar la sensibilidad ante las actuaciones y modificaciones llevadas a cabo en la ciudad.

Para poder elaborar dicho modelo, se realizó un estudio que engloba las siguientes fases:

- Delimitación del área de estudio zonificación. Atendiendo a una serie de sencillos criterio se lleva a cabo una zonificación que afecta al municipio de Torrelavega y a los municipios de su área de influencia, que se vean afectados por las líneas de

transporte interurbano que tenga como origen o destino la ciudad de Torrelavega.

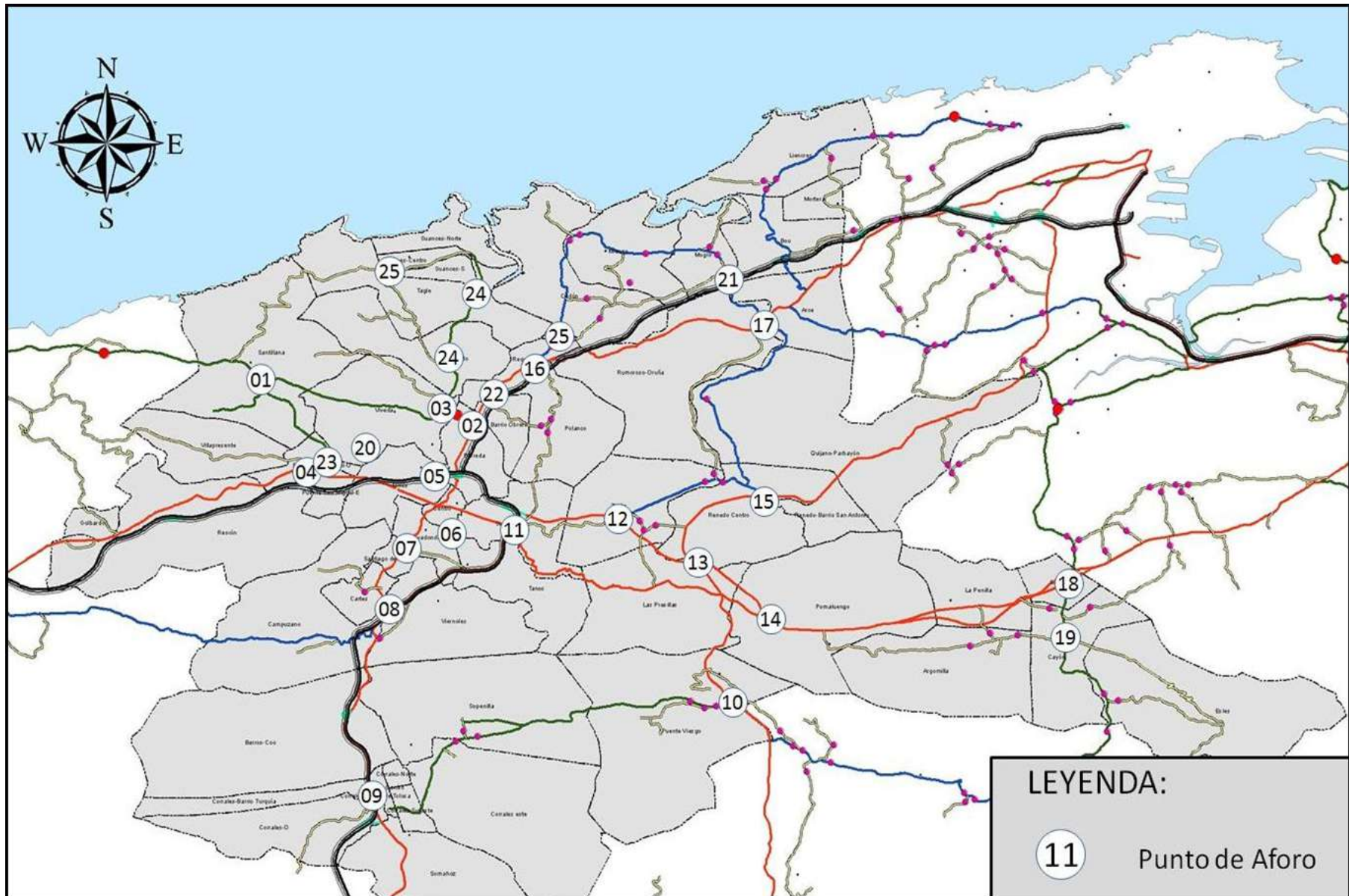
- Estructura del transporte público del área de Torrelavega. Se recopila información de los horarios, calendarios e itinerarios de cada una las líneas que conectan Torrelavega.

La percepción del servicio por parte de los usuarios se obtiene mediante la realización de encuestas de Preferencias Reveladas en los vehículos de las líneas y en las paradas de las mismas.

Se obtiene con ello la estructura del transporte público de la zona. Esta está formada por:

- Líneas de transporte interurbano de autobuses con parada tanto en Torrelavega como en los municipios de su área de influencia.
 - Líneas de transporte urbano existentes.
 - Líneas ferroviarias tanto de RENFE como de FEVE y su correspondiente coordinación con el transporte urbano e interurbano.
 - Servicio público de Taxis y sus itinerarios más frecuentes.
- Caracterización y estudio de la demanda de transporte en el Área de Torrelavega. La caracterización de la demanda se realiza con el objetivo final de obtener las matrices Origen-Destino que representa el patrón de movilidad de la zona de estudio en cada uno de los modos de transporte existentes en las diferentes épocas y horas. Esta caracterización de la demanda se lleva a cabo a través de los siguientes instrumentos de medición:
- 1 Encuestas a los usuarios en la red de transporte público. Estas se llevarán a cabo tanto en las paradas como a bordos de dichos sistemas de transporte.
 - Encuestas Origen-Destino y encuestas domiciliarias.
 - Encuestas de cordón y pantalla de la red viaria.
 - Encuestas de preferencias declaradas.
 - Conteos sube-baja y aforos de tráfico.

En dicho estudio se dispusieron un total de 25 puntos de aforo repartidos a lo largo de toda el área de actuación. Estos se muestran a continuación:



Con todos los datos obtenidos tanto de las encuestas como de los aforos se calibran los modelos de producción de viajes tanto en el transporte público como en el privado para obtener uno definitivo. Con ello se obtendrán las matrices origen destino de cada uno de los distintos períodos.

- Asignación a la red. Una vez que hemos obtenido dichas matrices Origen-Destino, se asignaran a la red, lo que permitirá reproducir la movilidad de la zona de estudio y analizar su sensibilidad ante posibles modificaciones.
- Modelo de simulación. Una vez que se han completado todas las fases de estudio se introducirá en el software VISUM y se dispondrá de un Modelo Global de Movilidad.

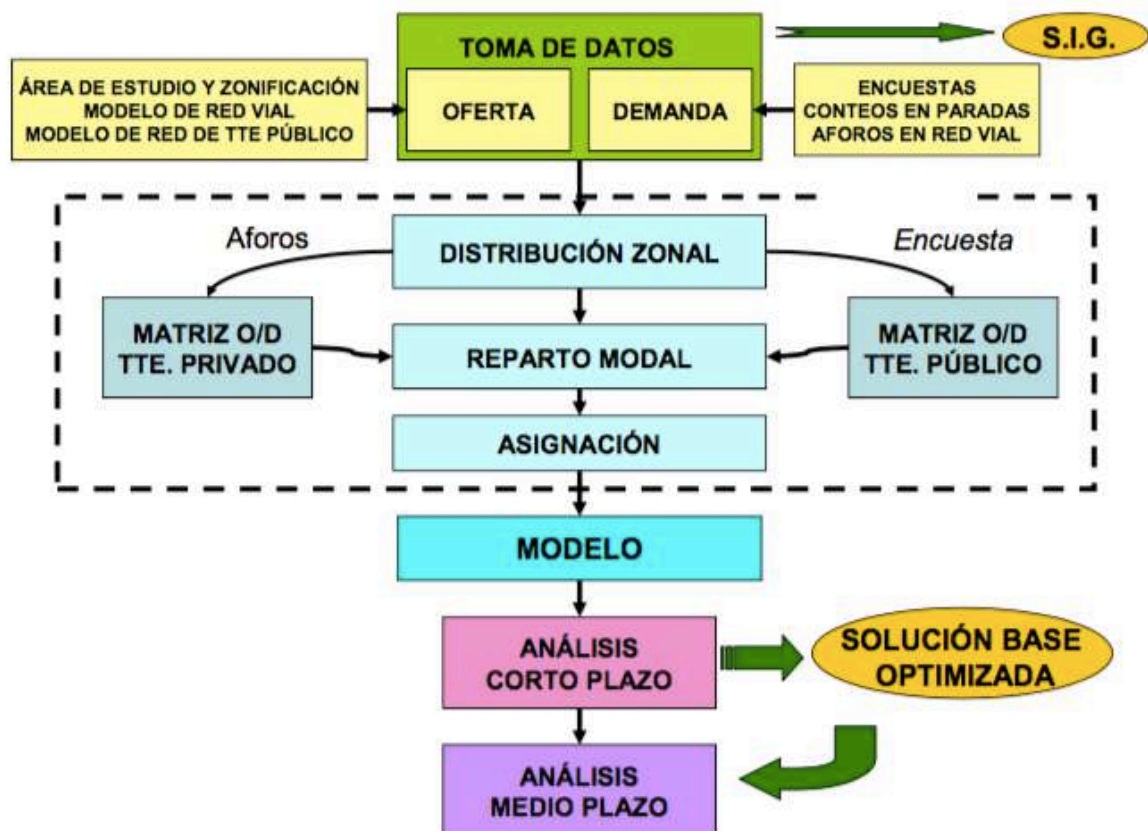


Ilustración 4: Esquema de la metodología

8 Modelos de Macrosimulación

Los modelos de macrosimulación son aquellos que nos permiten modelar el tráfico como si se tratara de fluido, de manera que el estudio de los vehículos se hace de manera conjunta. Estos modelos son continuos y suelen hacer uso de las ecuaciones diferenciales.

8.1 Descripción de software utilizado

El VISUM es un software de reconocido prestigio internacional que se emplea tanto a nivel de proyecto como de investigador, para la planificación y gestión del transporte.

Este software nos permite realizar una simulación macroscópica de la red de nuestra zona de estudio para poder conocer los beneficios que nuestras mejoras y propuestas tendrán en la zona a nivel de gestión del tráfico.

En la construcción de la red lo primero que debemos hacer es definir los siguientes elementos:

- Modos de transporte: el programa engloba los vehículos o modos de transporte en públicos y privados. Cada uno de ellos por su parte puede incluir diferentes sistemas de transporte, como puede ser en el caso del transporte público el autobús, el tren... o en el caso de transporte privado el coche o la moto.
- Sistemas de transporte: cada uno de ellos debe ir asociado únicamente a un modo de transporte. A parte de los sistemas de transporte que definimos es necesario introducir dos auxiliares al modo de transporte público, que permiten tanto acceder a la red de transporte público como hacer transferencias entre las paradas.
- Segmentos de demanda: son las matrices de viajes que tendremos para cada uno de los modos. Cada segmento de demanda corresponde a un único modo de transporte.

La oferta de transporte se compone de la vial actual de la ciudad, codificada en VISUM, representada por zonas, nodos, arcos y los correspondientes atributos de los mismos.

- Las zonas: son las áreas en las que se encuentra dividida nuestra zona de estudio, las cuales son generadoras y atractivas de viajes.
- Los nodos: definen las intersecciones que se producen en la red. Estos son el

inicio y el final de los consiguientes arcos.

- Los arcos: son cada uno de los tramos en los que se encuentra dividida nuestra red. Cada uno de los arcos tiene definidas una serie de características como pueden ser la velocidad de circulación, los carriles, la dirección de circulación... Además, existen unos arcos específicos que representan el transporte público tanto de autobuses como de las líneas de trenes de cercanía y Renfe. Estos arcos recogen información sobre la ubicación de las paradas, las rutas que siguen las líneas y los horarios y frecuencias de estas.
- Los conectores: son el medio mediante el cual los viajes de cada zona son conectados a red viaria.
- Los centroides: son aquellos lugares ideales del espacio en los cuales se suponen concentrados todos los viajes de un área de nuestra red de estudio. Son generadores y atractores de viajes en nuestro sistema y se encuentran unidos a través de arcos ficticios.

8.2 Actualización del modelo

Tomando como base el modelo elaborado en VISUM por el departamento de transportes de la Universidad de Cantabria hemos adaptado este a las necesidades de nuestro proyecto.

Dicho modelo estaba formado por una red con un número elevado de zonas con sus correspondientes nodos, arcos y conectores. Estas han sido reducidas hasta dejarlas en un total de 30 que se adaptan a la zona de influencia de nuestro proyecto. Además, hemos diferenciado la zona en la que se van a realizar las propuestas de modificación y mejora añadiendo un nuevo centroide para poder apreciar mejor los resultados que se van a obtener en ella.

Para la creación de esa nueva zona que abarque solamente nuestra zona de actuación, y su correspondiente modelización del tráfico, se han de estimar el número de viajes generados y atraídos por la misma, en base a los usos que dicho terreno posea actualmente. Esto permite introducir nuestros viajes generados y atraído en el modelo mediante la matriz origen-destino(O-D).

El área de actuación posee una gran zona dedicada al uso industrial, junto con una zona deportiva y un parque.

Para calcular los viajes generados utilizaremos el Trip Generation, un manual del Institute of Transportation Engineers. Este manual nos permite obtener esos viajes conociendo los usos de la zona y alguna característica de dichos usos, como puede ser por ejemplo para el caso del parque el número de hectáreas. Posee 10 categorías diferentes y dentro de ellas los diferentes usos que puede tener la tierra. Además, también permite elegir entre diferentes periodos de tiempo como puede ser la hora punta de generación de viajes, o el fin de semana.

Cada uno de nuestros usos dispone de una ficha, que en función del periodo de tiempo y una variable permite obtener la ecuación que da el número de viajes generados y la distribución de los mismos.

A continuación, se muestra la ficha con la que se ha obtenido el número de viajes que genera la zona industrial en la hora punta en función del número de trabajadores que esta posee.

General Light Industrial (110)

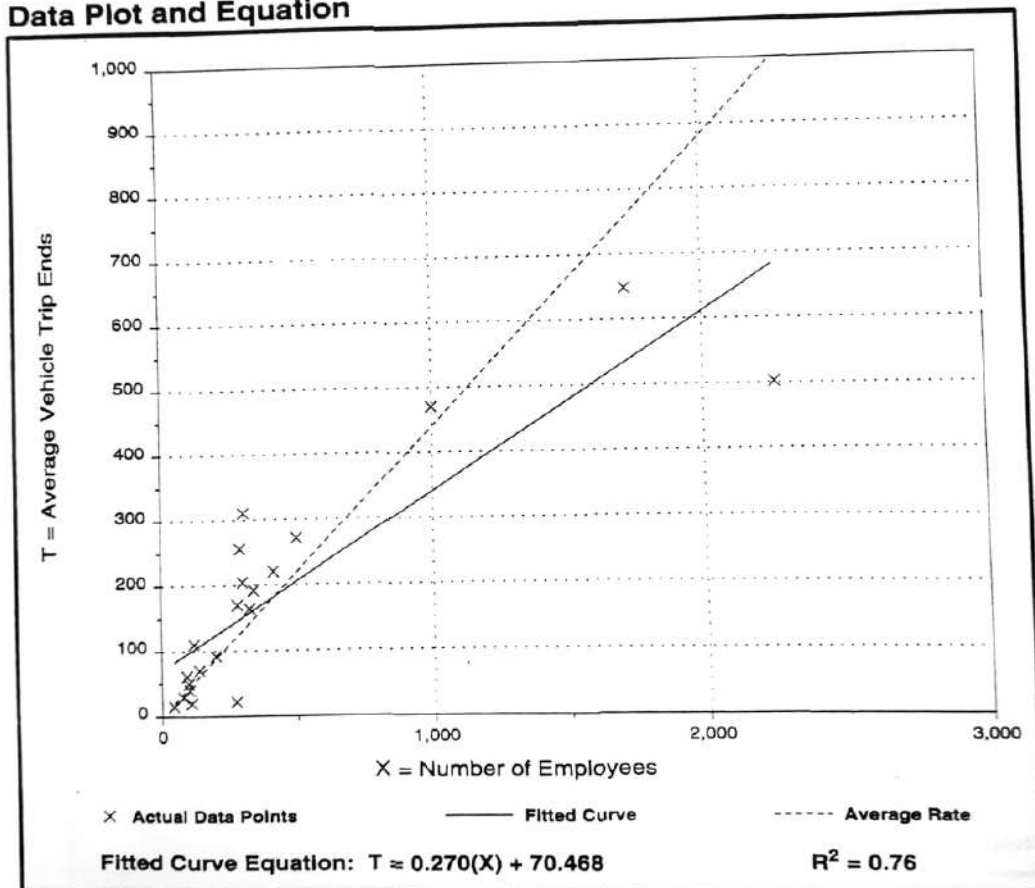
Average Vehicle Trip Ends vs: Employees
On a: **Weekday,**
Peak Hour of Adjacent Street Traffic,
One Hour Between 7 and 9 a.m.

Number of Studies: 21
Average Number of Employees: 428
Directional Distribution: 83% entering, 17% exiting

Trip Generation per Employee

Average Rate	Range of Rates	Standard Deviation
0.44	0.08 - 1.02	0.69

Data Plot and Equation



Actualmente dicha zona industrial posee aproximadamente unos 300 empleados:

$$T = 0.27(X) + 70.468 ; T = 151.48 \text{ viajes generados.}$$

Para introducir dichos viajes en la matriz origen-destino se realiza el reparto correspondiente de los mismos.

$$0.83 * 171 = 125.73$$

$$0.17 * 171 = 25.75$$

Se realiza lo mismo para la zona de uso deportivo y para la zona del parque y se obtiene lo siguiente:

		Hora punta laborables	Hora punta festivos
Zona industrial	Destino	125,73	16,28
	Origen	25,73	4
Zona Parque (11 he)	Destino	13	33
	Origen	13	33
Zona deportiva	Destino	30	36,8
	Origen	10	9,2
TOTALES ZONA	Destino	168,73	86,08
	Origen	48,73	46,2

Una vez se han realizado esos ajustes en nuestra red se ha obtenido el modelo actual de Torrelavega, el cual se encuentra formado por las siguientes 30 zonas:

1	Centro	40	Cudón
2	Covadonga	44	Requejada
3	Zona mejoras	45	Barrio Obrero
4	Sierrallana	46	Polanco
5	Barreda	47	Zurita
6	Sierrapando	50	Rumoroso-Oruña
7	Tanos	101	Santander
8	Viernoles	106	Comillas
12	Puente San Miguel-O	109	Agregada 2
13	Puente San Miguel-E	110	Agregada 3
14	Santillana	111	Agregada 4
15	Viveda	112	Agregada 5
16	Mercadal	113	Renedo Parbayon
17	Cartes	114	Agregada 1
18	Santiago de Cartes	115	Torres

9 Modelos de Microsimulación

Mediante el software VISUM anteriormente descrito, hemos realizado una simulación macroscópica de toda el área de Torrelavega y los municipios colindantes. El siguiente software AIMSUN nos permitirá realizar una simulación microscópica centrada en nuestra zona de actuación. Esta simulación nos permitirá estudiar el nuevo tráfico atraído y generado por dicha zona y facilitándonos además la toma de decisiones en cuando a las diferentes actuaciones que se propondrán llevar a cabo en la red.

Los modelos de microsimulación son aquellos que consideran el comportamiento individual de los componentes ya sean vehículos, peatones, etc.... y permiten obtener resultados que se aplican a cómputo total de los elementos. Además, estos modelos permiten introducir perfectamente detallados todos los elementos que posee la infraestructura (pasos de peatones, stops, semáforos...) y la demanda de tráfico que posee la red. Otra de las ventajas que presentan estos modelos, es la posibilidad de realizar una rápida experimentación y variación de los diferentes parámetros una vez que tenemos nuestro modelo perfectamente definido.

El software AIMSUN, de simulación microscópica se fundamenta en el movimiento de los vehículos de forma individual y realiza un análisis vehículo por vehículo. Los movimientos que realizan esos vehículos dependerán no solo de su comportamiento, sino también del que presentan el resto de los vehículos con los que interactúa.

Las simulaciones que realiza el software AIMSUN dependen de un parámetro denominado paso de simulación, que puede presentar diferentes valores en función de los cuales el programa realiza un número mayor o menor de operaciones. Por ello cuando tenemos cuanto mayor valor presenta el paso de simulación, menor es el número de operaciones y menor la precisión, por ellos es preferible disponer un menor paso de simulación, que nos proporcionará una mayor precisión, pero teniendo en cuenta que esa mayor precisión nos proporciona modelos de trabajo más pesados que nos ralentizan el mismo.

9.1 Descripción software utilizado

Para llegar a cabo nuestra simulación microscópica mediante el software AIMSUN, se ha seleccionado la zona de la cual se va a realizar la misma. Dicha zona es la que se muestra en la siguiente imagen.



Ilustración 6: Zona seleccionada

Una vez seleccionada la zona, comenzamos la modelización de nuestra red con la definición de la geometría de la misma. Para ello se realiza el trazado en planta seleccionando el tipo de vías (autovías, principales, secundarias), el número de carriles, los sentidos que pueden presentar cada una de las vías y las intersecciones y glorietas entre las mismas con sus correspondientes stops, ceda el paso o semáforos.

A continuación, se muestra el trazado en planta que se ha definido, en el que se puede ver la autovía en color naranja y las vías secundarias en color amarillo:

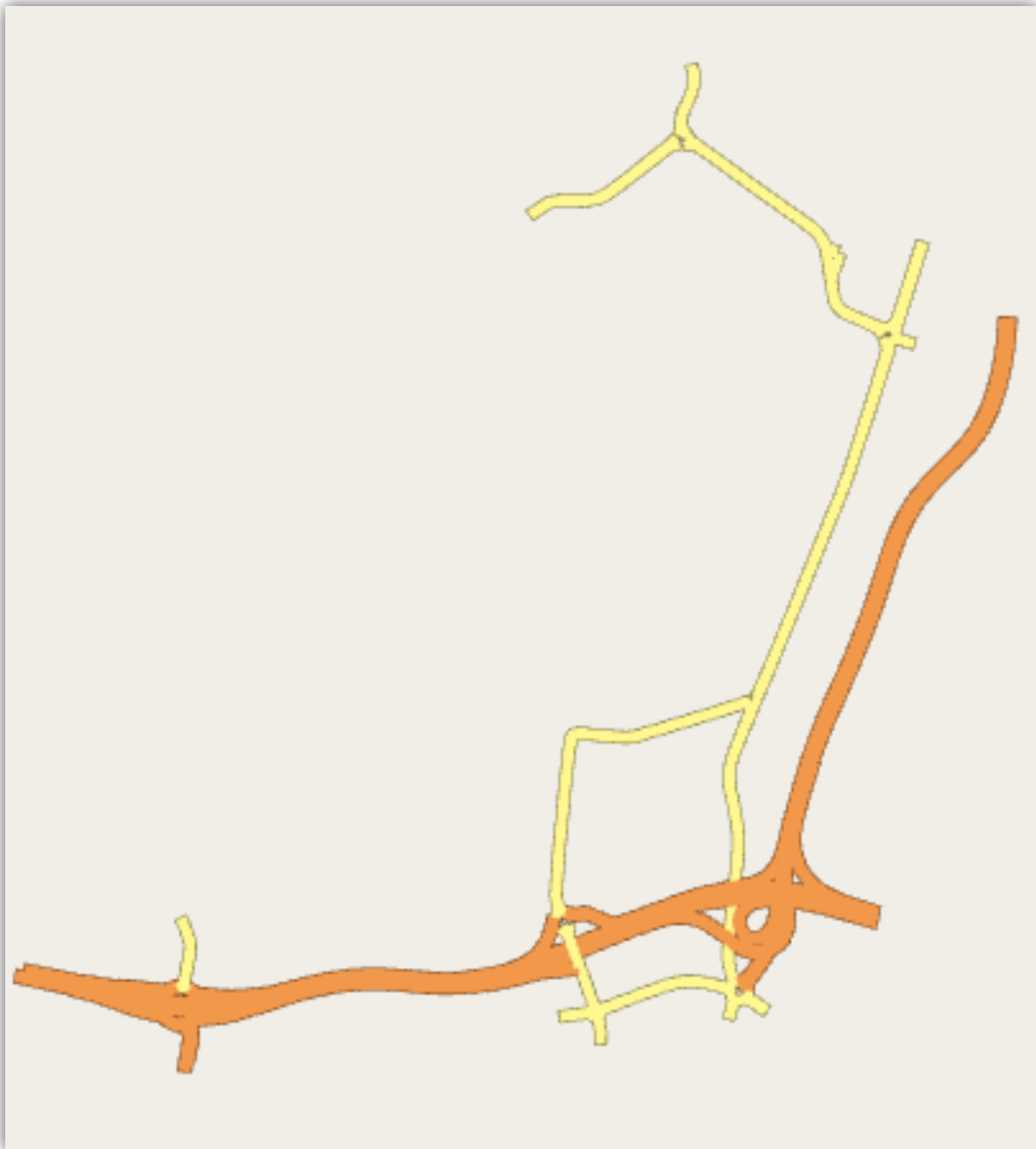


Ilustración 7: Trazado en planta en AIMSUN

Una vez que hemos definido la geometría en planta procedemos a la definición de los centroides de los que dispondrá nuestra zona.

Para la ubicación de los mismos se han utilizado los límites de la zona de estudio y además se ha dispuesto uno interior que nos permitirá introducir los viajes que generarán los nuevos usos a los que se destinará el suelo.

Nuestra zona dispondrá finalmente de un total de 13 centroides como se puede ver en la siguiente imagen:

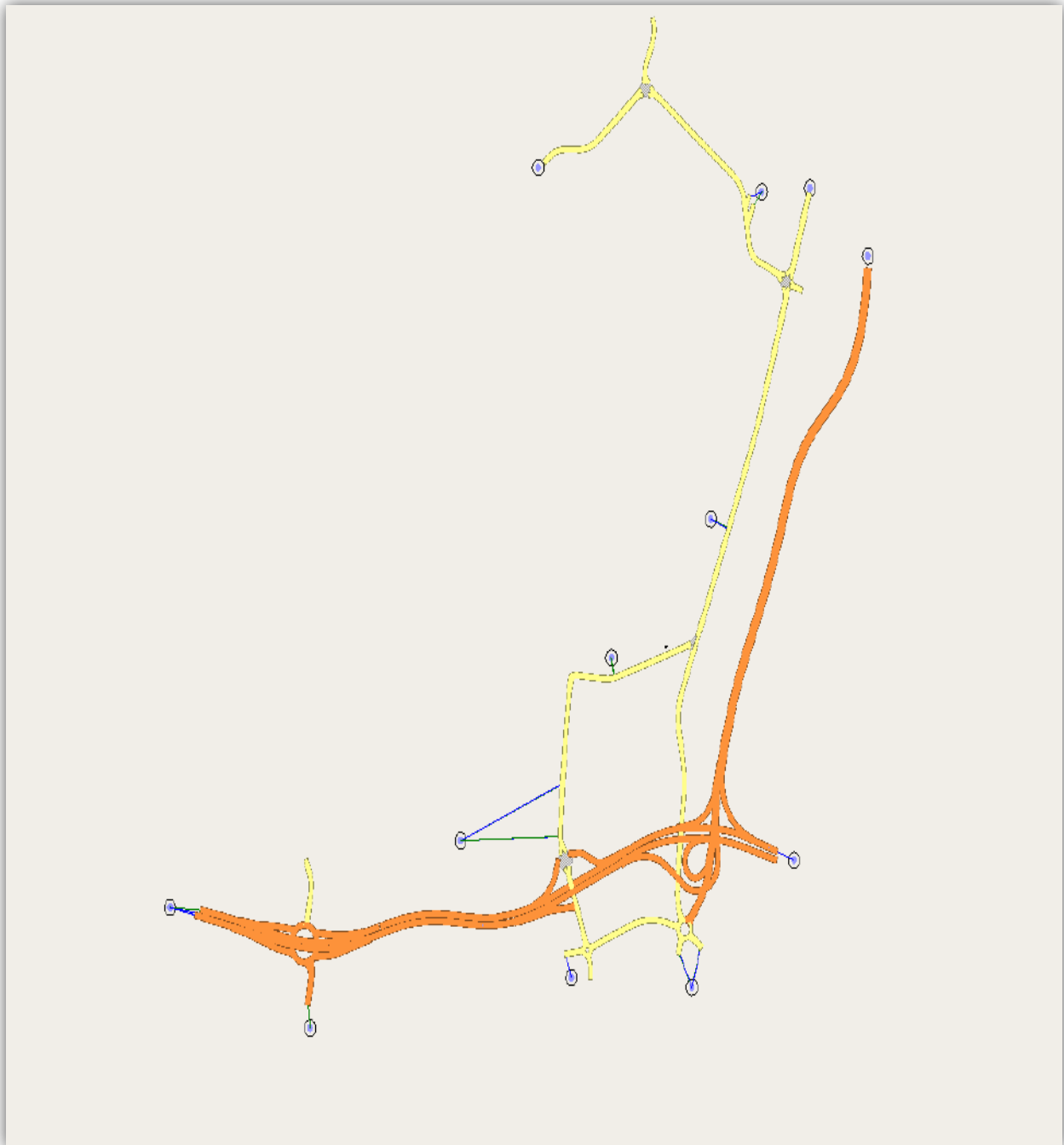


Ilustración 8: Disposición de los centroides

Una vez que tenemos definidos los centroides podremos introducir nuestros datos de demanda de los viajes que atraerán y generarán cada una de las zonas. Los datos que se han introducido son los que se había obtenido por el departamento de transporte

mediante los aforos para otro proyecto actualizados al año actual. Además, se han de introducir los viajes generados debido a los nuevos usos que se le ha dado a suelo de la zona.

Una vez que hemos definido completamente nuestra red se procede a evaluar la situación de la misma para detectar posibles deficiencias de la misma y proponer nuevos escenarios que la mejoren.

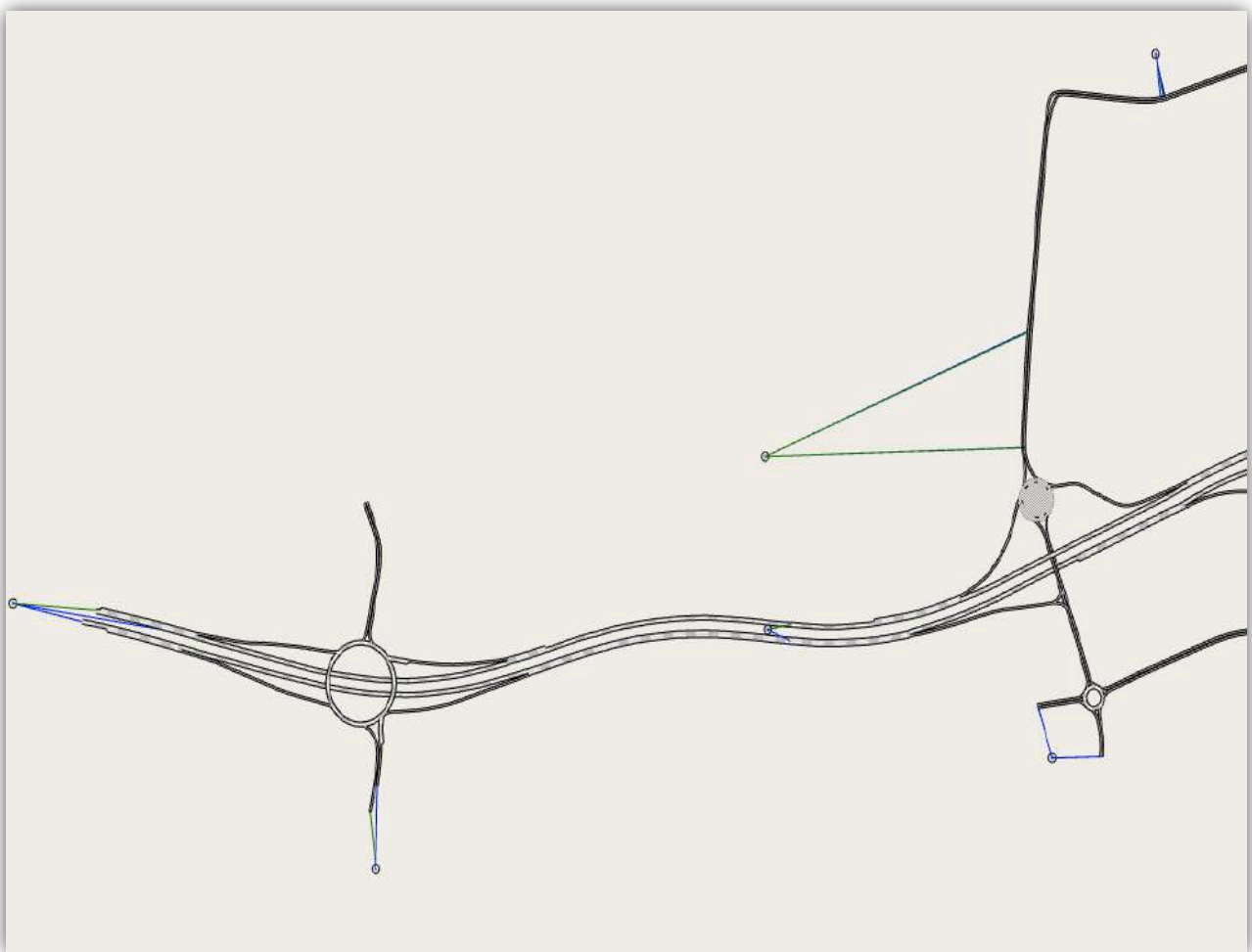


Ilustración 9: Detalle de la red

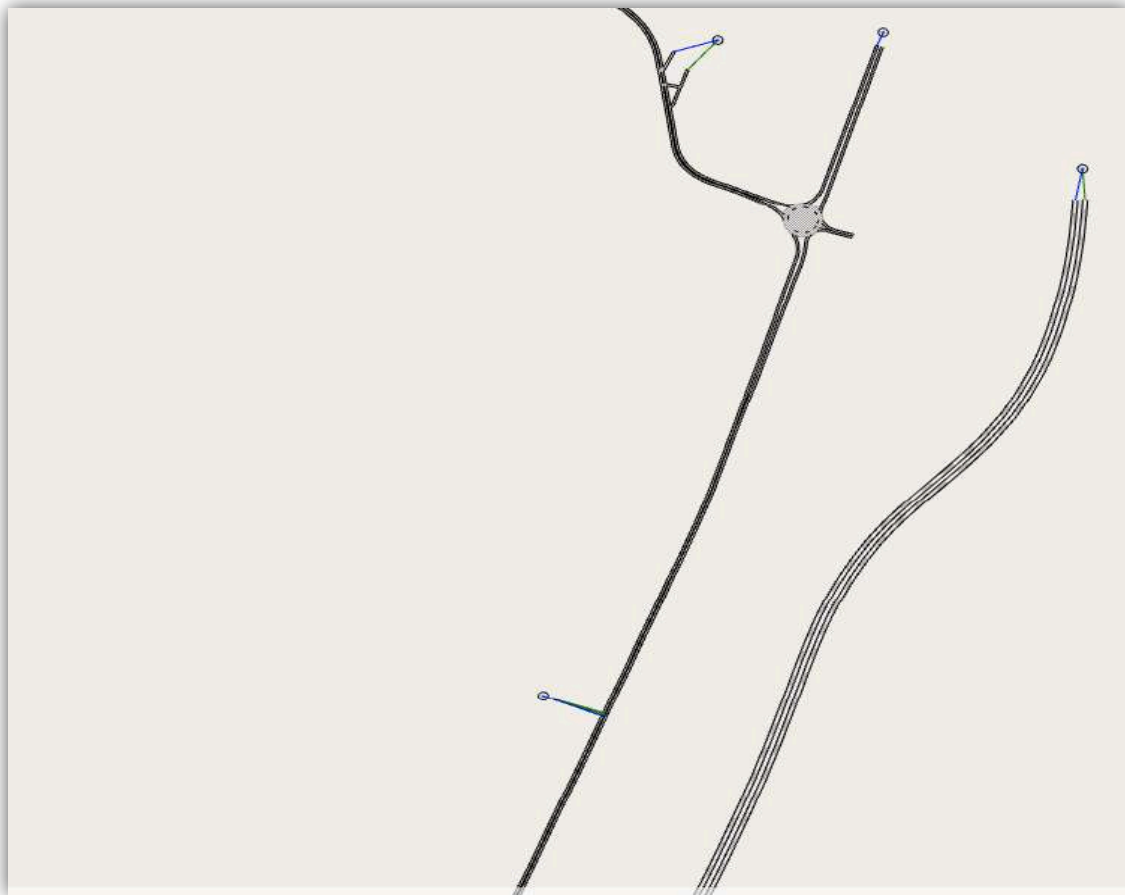


Ilustración 10: Detalle de la red

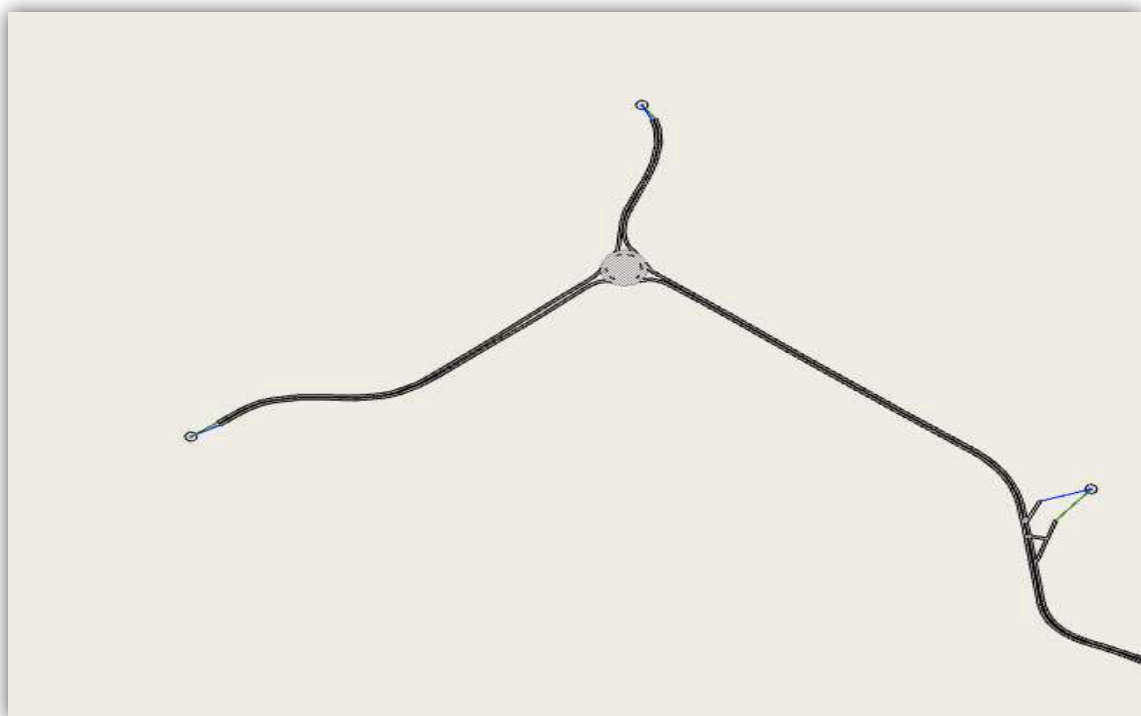


Ilustración 11: Detalle de la red

10 Actualizaciones matrices Origen-Destino en nuestros modelos

10.1 Actualizaciones temporales

10.1.1 Actualizaciones matrices vehículos

Debido a que la red elaborada por el departamento de transportes disponía de los datos de viajes y con ello las matrices origen destino, correspondientes al año 2010 se han actualizado estos hasta el año actual.

Primeramente, para la actualización de la matriz de viajes de vehículos privados se ha accedido a los datos que fomento proporciona de las estaciones de aforo tanto permanentes como semipermanentes correspondientes a la zona de estudio. Dichos datos se muestran a continuación:

AÑO	ESTACIÓN	TIPO	PROVINCIA	VÍA	IMD	% CRECIMIENTO/ DECRECIMIENTO
2017	E-331-0	PERMANENTE	S	A-8	29.007	3,312319692
2016	E-331-0	PERMANENTE	S	A-8	28.077	6,050991501
2015	E-331-0	PERMANENTE	S	A-8	26.475	7,142857143
2014	E-331-0	PERMANENTE	S	A-8	24.710	3,173277662
2013	E-331-0	PERMANENTE	S	A-8	23.950	-1,996890089
2012	E-331-0	PERMANENTE	S	A-8	24.438	-7,421297875
2011	E-331-0	PERMANENTE	S	A-8	26.397	-2,601284038
2010	E-331-0	PERMANENTE	S	A-9	27.102	
2017	S-17-5	SEMIPERMANENTE	S	N-634	9.293	2,61704947
2016	S-17-5	SEMIPERMANENTE	S	N-634	9.056	2,235267555
2015	S-17-5	SEMIPERMANENTE	S	N-634	8.858	1,8043903
2014	S-17-5	SEMIPERMANENTE	S	N-634	8.701	1,813714018
2013	S-17-5	SEMIPERMANENTE	S	N-634	8.546	-3,663623041
2012	S-17-5	SEMIPERMANENTE	S	N-634	8.871	-5,997668751
2011	S-17-5	SEMIPERMANENTE	S	N-634	9.437	-2,186981758
2010	S-17-5	SEMIPERMANENTE	S	N-634	9.648	
2016	S-310-2	SEMIPERMANENTE	S	A-67	37.132	5,3718891
2015	S-310-2	SEMIPERMANENTE	S	A-67	35.239	6,096826639
2014	S-310-2	SEMIPERMANENTE	S	A-67	33.214	8,100895037
2013	S-310-2	SEMIPERMANENTE	S	A-67	30.725	-7,691152171
2012	S-310-2	SEMIPERMANENTE	S	A-67	33.285	-8,429392831
2011	S-310-2	SEMIPERMANENTE	S	A-67	36.349	-1,271151914
2010	S-310-2	SEMIPERMANENTE	S	A-67	36.817	

2016	S-55-2	SEMIPERMANENTE	S	N-611	3.139	3,905991394
2015	S-55-2	SEMIPERMANENTE	S	N-611	3.021	1,854349292
2014	S-55-2	SEMIPERMANENTE	S	N-611	2.966	1,714677641
2013	S-55-2	SEMIPERMANENTE	S	N-611	2.916	-7,07456979
2012	S-55-2	SEMIPERMANENTE	S	N-611	3.138	-3,624078624
2011	S-55-2	SEMIPERMANENTE	S	N-611	3.256	-4,989786986
2010	S-55-2	SEMIPERMANENTE	S	N-611	3.427	

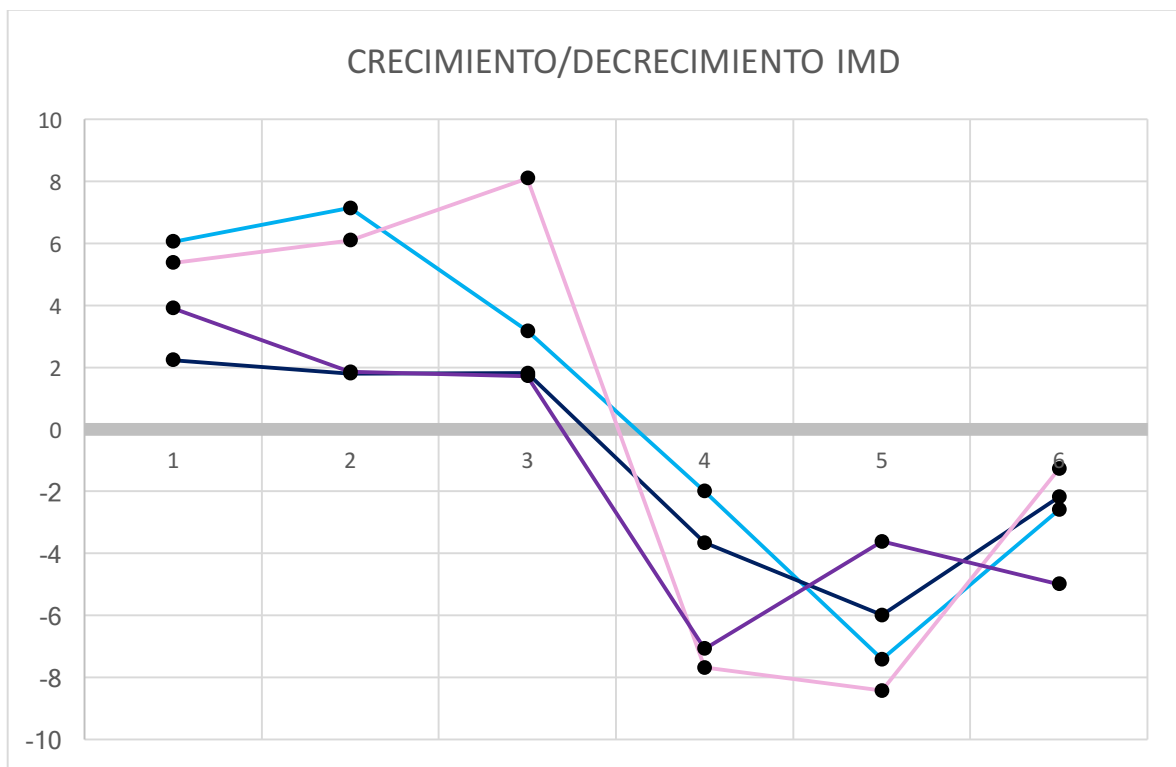


Ilustración 12: Evolución IMDs estaciones aforo

En base a la evolución experimentada por las IMDS de dichas estaciones se ha obtenido el crecimiento medio experimentado en cada uno de los años hasta la actualidad, por dichas estaciones de aforo. Con esto se ha obtenido el balance total con el correspondiente crecimiento total de 1.043% que posteriormente se utilizará para actualizar la matriz de vehículos privados.

CRECIMIENTO MEDIO POR AÑOS	
2017/2016	2,964684581
2016/2015	4,391034887
2015/2014	4,224605844
2014/2013	3,700641089
2013/2012	-5,106558773
2012/2011	-6,36810952
2011/2010	-2,762301174
BALANCE TOTAL	1,043996935

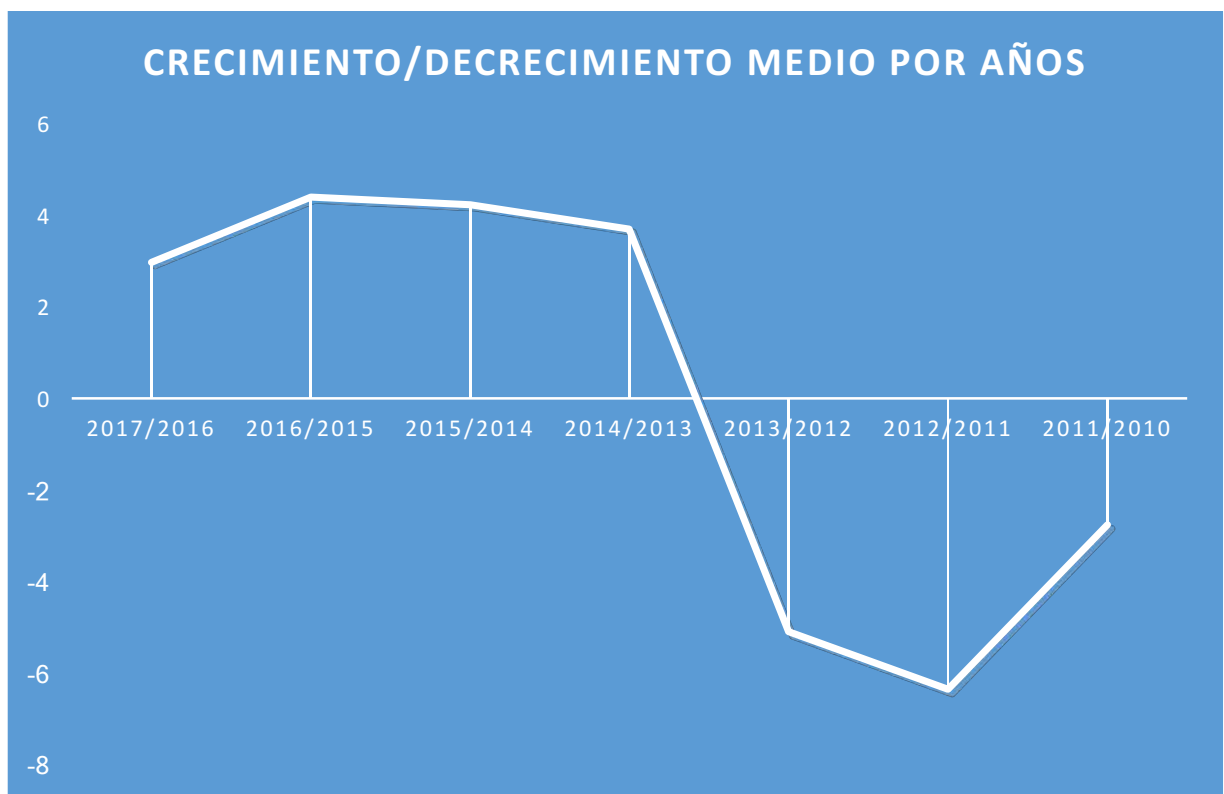


Ilustración 13: Crecimiento medio IMDs

10.1.2 Actualizaciones matrices autobuses

Para actualizar la matriz de transporte público de los autobuses, se han utilizado los datos de viajes proporcionados por la empresa TorreBus. Los viajes realizados en transporte público en Torrelavega han tenido un considerable crecimiento en los últimos años como se puede observar en la siguiente tabla:

AÑO		CRECIMIENTO
2011-2012	388.380	27,00010299
2012-2013	493.243	16,44017249
2013-2014	574.333	11,94341958
2014-2015	642.928	5,301215688
2015-2016	677.011	
CRECIMIENTO TOTAL		60,68491076

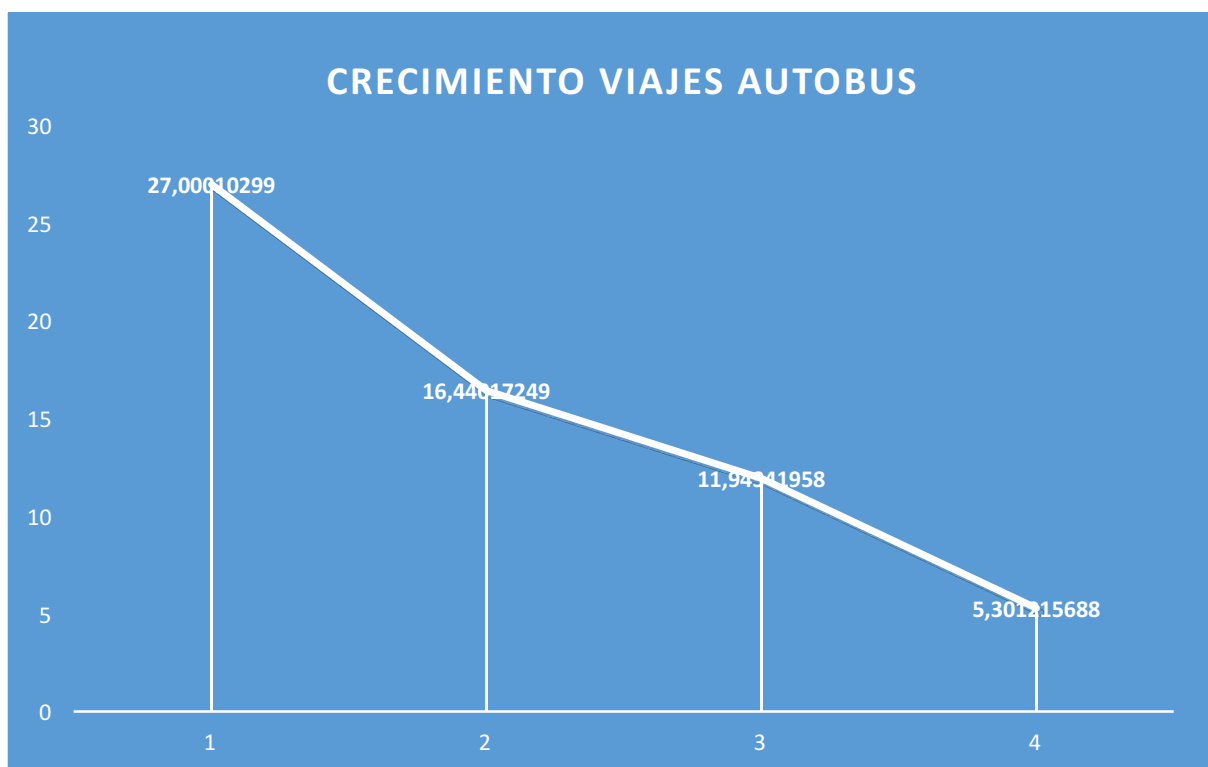


Ilustración 14: Evolución viajes autobús

10.2 Actualizaciones cambios de usos de los suelos

En base a los datos que hemos obtenido del crecimiento del tráfico experimentado en la zona en los últimos años hemos podido actualizar las matrices de los modelos elaborados por el departamento de Transportes de la Universidad de Cantabria, tanto de VISUM como de AIMSUN.

Además de esa actualización en el tiempo, también debemos realizar una actualización en lo que se refiere a los nuevos usos a los que va a estar destinado nuestro suelo, ya que este pasará de tener un uso en su mayoría industrial complementado con una pequeña parte deportiva, a un uso dedicado al ocio con ese centro multiusos, complementados también con la parte comercial y una mejora de la zona deportiva.

Se ha hecho una estimación de los visitantes que podría acudir al centro de congresos en base a algunos datos obtenidos de algunas ferias y congresos en otras ciudades, tomándose un valor punta de unos 80000 visitantes en una feria de 3 días. Estos datos tendrían un reparto aproximado de:

- Viernes 20 %, con un total de 16000 visitantes diarios.
- Sábado 35 % con un total de 28000 visitantes diarios.
- Domingo 45 % con un total de 36000 visitantes diarios.

Nos quedamos con día de máxima afluencia que sería el domingo y la hora punta que recibirá aproximadamente el 20% de los visitantes del día que serán un total de 7200. Tomando para cada vehículo una media de dos ocupantes obtenemos un número de viajes a nuestra nueva zona de aproximadamente 3600.

Nuestra nueva zona tendrá como principal uso la celebración de eventos, ferias, congresos, etc, que despertarán interés entre los habitantes de toda la provincia, por lo que el reparto de los viajes se hará en función de la población de los municipios.

Nuestra simulación se realizará para la hora punta, por lo tanto, en 80 % de los viajes tendrán como destino nuestra zona, disponiendo también un 20 % que abandone la misma a su municipio de origen.

En la siguiente tabla se muestra el reparto de viajes que se ha realizado para el software VISUM:

		Población	REPARTO VIAJES	80% destino	20% origen
1	Centro	41591	431,4257477	345,1405981	86,28514953
2	Covadonga	9853	102,205715	81,76457198	20,4411143
3	Zona modificaciones	0	0	0	0
4	Sierrallana	0	0	0	0
5	Barreda	2828	29,33500071	23,46800056	5,867000141
6	Sierrapando	4171	43,26601412	34,6128113	8,653202825
7	Tanos	6121	63,49347218	50,79477774	12,69869444
8	Viernoles	942	9,771418198	7,817134559	1,95428364
12	Puente San Miguel-O	1780	18,46403863	14,77123091	3,692807727
13	Puente San Miguel-E	1421	14,74011174	11,79208939	2,948022348
14	Santillana	4215	43,72242856	34,97794285	8,744485713
15	Viveda	1176	12,19871316	9,758970532	2,439742633
16	Mercadal	56	0,580891103	0,464712882	0,116178221
17	Cartes	1299	13,47459898	10,77967918	2,694919796
18	Santiago de Cartes	3442	35,70405673	28,56324538	7,140811346
40	Cudón	584	6,057864361	4,846291489	1,211572872
44	Requejada	1027	10,65312791	8,522502327	2,130625582
45	Barrio Obrero	590	6,120102693	4,896082155	1,224020539
46	Polanco	5794	60,10148306	48,08118645	12,02029661
47	Zurita	905	9,387615148	7,510092118	1,87752303
50	Rumoroso-Oruña	2414	25,04055577	20,03244461	5,008111153
101	Santander	171951	1783,657251	1426,925801	356,7314502
106	Comillas	2228	23,11116746	18,48893397	4,622233492
109	Agregada 2	17608	182,6487597	146,1190078	36,52975194
110	Agregada 3	14755	153,0544326	122,4435461	30,61088652
111	Agregada 4	9995	103,6786888	82,94295108	20,73573777
112	Agregada 5	11040	114,5185318	91,6148254	22,90370635
113	Renedo Parbayon	8972	93,06705316	74,45364253	18,61341063
114	Agregada 1	19225	199,4219903	159,5375922	39,88439806
115	Torres	1070	11,09916929	8,879335433	2,219833858
	Totales	347053	3600	2880	720

En la tabla que se muestra a continuación disponemos el reparto que se ha realizado por el software AIMSUN:

	ORIGEN	DESTINO
1	145,1748523	29,03497045
2	320,3774179	64,07548357
3	457,2059023	91,44118045
4	10,86598301	2,173196601
5	54,32991503	10,86598301
6	1452,502644	290,5005287
7	63,22584735	12,64516947
8	45,8074127	9,16148254
9	66,93193259	13,38638652
10	23,46800056	4,693600113
11	100,6277658	20,12555316
12	12,43048871	2,486097743
13	0	0

Con todo esto obtenemos nuestro modelo definitivo de red definitivo con las matrices origen-destino actualizadas en ambos softwares, para nuestra propuesta de actuación en la zona seleccionada, que nos permitirá simular la nueva situación del tráfico que se producirá.

10.3 Matrices Origen-Destino actualizadas

10.3.1 Matrices Origen-Destino VISUM coches

Nombre		Centro	Covadonga	Zona modificaciones	Sierrallana	Barreda
	Suma	6377,468674	627,0628033	493,93503	667,4339124	1048,145576
Centro	5289,900419	431,286694	1,241257782	167,3698052	229,8164481	280,9961028
Covadonga	2374,216712	1119,775753	3,77000931	41,24602634	52,46003522	71,39306939
Zona modificaciones	494,1378708	253,049	28,25368273	0,0918839	8,112443557	22,88515391
Sierrallana	611,5239631	130,0060443	24,56433739	5,595073189	0,094843002	7,871969126
Barreda	1441,21054	127,2437419	16,28928551	21,99963088	14,64138836	0,260818254
Sierrapando	2089,652142	500,4628083	21,14998934	184,0795487	2,430351914	16,24186401
Tanos	1594,737649	472,4485567	20,81803883	29,42581893	2,181389035	3,224662052
Viernoles	390,587191	338,5420939	9,697696905	0,685847681	1,268525145	7,51630787
Puente San Miguel-O	447,1610414	215,9930806	21,7427581	3,373451752	54,14349849	6,2122166
Puente San Miguel-E	908,8686282	297,6054834	15,92176888	2,487428432	4,908125329	3,509191056
Santillana	555,2939185	105,9751988	6,55602248	0,88602332	3,72258781	0,426793507
Viveda	566,4498266	36,20631583	6,366336477	2,776206403	103,3551609	0,877297764
Mercadal	511,8558238	25,82100716	3,983406064	10,9637182	0,829876263	0,829876263
Cartes	256,3013562	89,70962406	16,76350052	1,443889855	2,80972392	2,762302419
Santiago de Cartes	1255,010018	200,33213	62,47782725	3,970697102	6,947249861	6,698286982
Cudón	352,3773168	16,44340539	0,711322511	0,105010171	0,213396753	5,91583222
Requejada	305,7619815	8,488448636	1,315946646	0,147670553	0,284529005	11,95021819
Barrio Obrero	84,35099448	5,453472587	0,675756386	0,098447036	0,177830628	4,398344195
Polanco	549,3069541	9,922949034	1,244814395	0,160796825	0,29638438	74,65329757
Zurita	358,2812936	32,46001727	22,99942787	0,383943439	0,699467136	8,927097518
Rumoroso- Oruña	359,5498188	4,078249065	3,663310934	0,068912925	0,142264502	3,141674425
Santander	4127,610106	308,8680898	67,0421467	0,042660382	23,02313862	208,0262685
Comillas	242,2408813	65,21641892	0	0	0,02371075	0
Agregada 2	1767,056713	29,29463209	1,292235896	0	0	194,2740332
Agregada 3	1325,024307	308,0382136	31,49973188	3,169994546	14,11975185	1,244814395
Agregada 4	1578,193473	394,2267912	18,74334818	6,756748208	96,39605567	7,018382112
Agregada 5	1848,810195	152,8276416	14,81921899	4,58435029	15,99290113	0
Renedo Parbayon	2339,267066	98,0083867	76,85839736	1,11573307	2,240665911	29,37761972
Agregada 1	3155,165842	123,485588	73,43219393	0,905712727	10,83581292	24,44578364
Torres	929,265896	476,1988387	53,16903407	0	15,26635632	43,06629827

Sierrapando	Tanos	Viernoles	Puente San Miguel-O	Puente San Miguel-E	Santillana	Viveda
594,1914045	1379,218783	46,95914113	511,796547	82,05105169	512,8990968	954,4406904
236,7281318	53,02909322	17,80677354	70,337941	52,03324171	42,16956955	106,0581864
20,3556792	337,7596392	0,272673629	32,36517427	7,065803613	16,09959951	42,96387969
6,6890635	11,27596744	0,016455261	3,418580424	0,75282818	1,472745838	4,323619766
0,59276876	13,82336747	0,130409127	66,61535319	0,782454763	2,288087412	49,18795166
0,841731638	27,18437531	26,03440392	5,726146217	0,983996141	1,351512772	9,673986155
16,09959951	39,94075902	0,035566126	0,711322511	0,782454763	0,675756386	73,55074768
0,308239755	8,630713138	0,02371075	1,470066524	0,29638438	0,93657464	1,078839142
7,978667503	0,711322511	0,011855375	0,96028539	0,177830628	0,59276876	1,007706891
0,106698377	13,07647883	0,035566126	0,130409127	1,932426156	2,904566922	38,31657261
0,106698377	9,95851516	0,011855375	192,5431485	0,011855375	0,972140766	5,026679081
0,521636508	4,836993078	0,011855375	4,279790444	0,248962879	36,92949372	69,80444912
0,260818254	0,687611761	0,675756386	41,52937929	0,687611761	7,46888637	0,035566126
12,81566058	8,322473383	0,011855375	41,61236692	0,142264502	0,414938132	0,652045635
0,746888637	0,806165513	0,201541378	2,216955161	0,450504257	1,149971393	2,050979908
20,39124533	482,9642745	0,237107504	5,026679081	1,102549893	2,430351914	4,647307074
0,035566126	0,118553752	0,237107504	0,154119877	0,071132251	0,272673629	2,430351914
0,059276876	10,46829629	0,035566126	0,201541378	0,035566126	0,237107504	4,279790444
0,035566126	0,082987626	0,011855375	0,106698377	0,02371075	0,094843002	1,244814395
88,52408654	0,580913384	0,142264502	0,213396753	0,035566126	0,189686003	3,580323307
2,050979908	2,145822909	0,035566126	0,521636508	0,094843002	0,474215008	5,192654333
0,284529005	0,29638438	0,02371075	0,106698377	0,02371075	0,118553752	0,794310138
46,06998799	50,30235693	0,924719265	0	0,995851516	26,40192055	272,5195095
0,02371075	0	0	0	0	166,7932735	0
0	0	0	0	0	0	12,50742083
3,556612557	1,351512772	0	0	0	0	0
4,291645819	250,7886068	0	24,97927553	11,90279669	73,46776005	24,55248202
0	15,9099135	0	6,899828361	0	101,8850944	171,2390392
4,754005451	6,923539111	0	1,766450903	0	4,125670566	20,37938995
107,3741331	6,022530597	0	1,470066524	0	18,20985629	19,20570781
12,58777656	21,21961596	0,03096624	6,433236359	1,41670548	2,77147848	8,136379559

Mercadal	Cartes	Santiago de Cartes	Cudón	Requejada	Barrio Obrero	Polanco
216,0523575	199,4666876	1668,845599	89,60292569	195,0446326	5,951398345	733,6580383
3,236517427	39,40726713	57,61712342	2,857145421	10,56313929	1,007706891	23,67518425
1,434500398	19,09900943	40,26085415	2,050979908	7,338477243	0,142264502	13,43214009
4,578676308	1,135412993	30,23242784	0,172780238	0,645868985	0,020569076	1,032567613
0,059276876	1,517488024	2,133967534	0,865442389	1,434500398	0,29638438	1,766450903
9,567287778	2,062835283	2,845290046	19,02787718	25,64317654	0,071132251	150,9544923
0,082987626	1,636041776	109,2947039	0,248962879	0,995851516	0,02371075	225,169141
0,094843002	2,122112159	753,5395025	0,035566126	0,154119877	0	0,414938132
0,094843002	2,264376661	2,16953366	0,106698377	0,272673629	0,011855375	1,647897151
0,082987626	1,719029403	2,216955161	0,32009513	0,924719265	0,02371075	1,327802021
0,047421501	1,173682144	1,647897151	0,165975253	0,486070383	0,011855375	0,723177887
0,02371075	0,545347259	0,652045635	0,426793507	0,96028539	0,011855375	1,268525145
4,765860826	0,93657464	1,221103645	0,118553752	0,497925758	0,154119877	0,59276876
0	1,387078897	1,102549893	7,018382112	0,094843002	0	0,758744012
0,201541378	0,047421501	5,465327963	0,130409127	0,403082756	0,011855375	2,039124533
0,272673629	9,66213078	0,094843002	0,260818254	0,901008514	0,011855375	1,517488024
0,118553752	0,059276876	0,059276876	6,923539111	2,584471791	0,189686003	3,141674425
0,035566126	0,071132251	0,094843002	1,055128392	0,094843002	0,059276876	62,62009175
0,047421501	0,035566126	0,059276876	0,308239755	52,09251858	0	3,034976049
0,130409127	1,090694517	1,683463277	0,901008514	43,04686731	0,154119877	0,29638438
8,986374394	40,91289978	8,358039509	0,545347259	1,742740153	0,059276876	4,113815191
0,035566126	0,486070383	1,790161654	0,379372006	1,043273017	0,02371075	2,027269157
122,1340752	3,817430811	4,208658192	22,89272949	9,68584153	1,754595528	178,1151569
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	12,87493746	14,70066524	0	22,44222523
18,71963743	8,737411515	8,998229769	0	0	0	0
0	0	0	5,59573709	6,425613353	1,87314928	6,935394486
32,6852694	0	0	0	0	0	0
0	46,46121537	167,7772697	2,240665911	7,136935864	0	12,91050358
0	10,9425113	408,4295307	1,754595528	3,959695313	0	9,756973781
8,616356279	2,13667056	56,89272443	0,32514552	1,21542492	0,0387078	1,94313156

Zurita	Rumoroso-Oruña	Santander	Comillas	Agregada 2	Agregada 3	Agregada 4
266,9830493	189,496317	5393,953862	393,6695886	3121,81193	2004,906363	2578,603381
30,23120673	7,717849249	807,9082531	0,675756386	178,5063842	840,6646547	405,0151826
19,39539381	4,97925758	1,564909525	0,011855375	106,0226203	8,891531393	41,43453629
1,365786643	0,390812443	61,96228441	0,756941995	8,145354078	0	24,11518465
2,240665911	0,794310138	70,148255	0,343805881	26,41377592	2,347364288	123,8768154
6,591588606	2,015413782	617,9969979	0	141,4109153	75,0208142	6,686431607
1,825727779	0,403082756	0	85,01489549	11,87908594	134,4755208	130,8714867
1,470066524	0,343805881	207,694318	0,011855375	0	0	0
0,841731638	0,213396753	1,659752527	0,011855375	2,679314793	0	0
1,87314928	0,604624135	0	0	13,26616484	0	9,176060397
1,043273017	0,32009513	66,03443981	0	5,524604839	0	277,5936101
1,600475651	0,628334885	1,600475651	136,9888603	16,50268226	0	27,50447044
2,216955161	0,094843002	221,9563343	0	2,975699173	35,11562131	35,8387992
11,61826769	0,118553752	328,2990498	0	1,434500398	21,50565059	0
1,327802021	0,438648882	77,04808336	0	5,109666707	2,572616416	1,197392894
8,761122265	3,485480306	121,2686328	0	12,99349121	1,837583154	6,887972985
1,375223522	0,877297764	159,6800484	0,011855375	87,10144152	0	1,944281531
1,458211148	1,019562266	137,5697737	0,047421501	45,50092998	0	1,908715406
0,521636508	0,154119877	5,429761837	0,011855375	6,947249861	0	0
3,153529801	1,446355773	247,0185975	0	47,61118676	0	1,84943853
42,15771418	1,802017029	0,403082756	0	71,46420165	0	4,955546829
1,138116018	0,011855375	159,4073748	0,094843002	167,1845009	0	0
0,237107504	2,726736294	0	50,1245263	1,216361494	628,2400421	1143,984429
0	0	8,073510504	0	0	0	2,110256784
7,219923491	126,8880807	2,514525078	0	1015,8871	0	8,559580887
0	0	819,0523058	0	12,36515632	2,189687798	12,5666977
8,654423889	3,532901807	1,310018958	25,77358566	175,6848049	0	120,8062732
8,45288251	0	224,7660582	88,55965267	23,18911387	169,4488776	88,07358229
72,92241279	17,67636441	457,0365689	0	765,9639357	7,777126125	22,31181611
24,71845727	10,07706891	469,9470725	3,805575436	153,503398	74,81927282	33,95379454
2,57019792	0,7354482	116,6033767	1,42444704	15,3282888	0	45,38102471

Agregada 5	Renedo Parbayon	Agregada 1	Torres
1546,628537	1631,548589	3286,831639	1290,512333
530,1368124	92,94614149	131,5709539	437,2898956
88,99830155	66,68648544	99,18206884	107,7641844
6,438120774	5,195748586	7,367843007	0,240066605
17,19029403	17,90161654	26,02254854	14,61834151
19,77476582	22,69118811	29,14051222	57,47880439
32,66155865	5,500894088	12,45999932	480,9477226
0	3,604034058	7,528163246	76,88133039
0	2,406641164	5,263786584	1,791925734
23,78188263	13,65739222	11,40487093	8,813873943
5,00296833	3,236517427	6,295204226	6,498945962
112,0925724	7,338477243	10,63427155	2,314927981
30,51573574	8,986374394	12,2821687	7,253441007
0	1,268525145	2,205099785	28,64509031
4,481331822	12,92235896	18,02017029	3,772475228
8,275051883	138,8027327	132,3771194	10,37430688
22,97571712	16,76350052	21,58863822	0,274361835
0	7,374043368	8,962663644	0,38582133
0	1,387078897	1,659752527	0,25721422
0	13,34915246	7,611150872	0,42011656
0	65,4653818	30,32604974	1,003135458
0	8,061655129	4,943691454	0,180049954
0	220,3202925	733,8240135	0,111459495
0	0	0	0
0	261,8378164	56,76353641	0
0	11,78424294	59,3480082	8,282297888
0	119,7748555	171,0493532	17,65346931
616,2779685	39,30056875	61,92062462	11,97760885
0	91,68947172	418,897827	2,915094495
15,9099135	361,517811	1184,316415	2,366370825
12,1155414	9,777590279	13,86513396	0

10.3.2 Matrices Origen-Destino AIMSUN

	2697:07:00	2698:06:00	2699:05:00	2745:10:00	2748:03:00	2753:04:00	2779:02:00
2697:07:00	0	5	0	7,29214	6,61372	148,088	6,21973
2698:06:00	5	0	0	99,8759	132,217	435,637	268,864
2699:05:00	1,63573	39,8027	0	3,7831	10,863	899,352	38,9089
2745:10:00	4,1148	4,54632	0	0	39,0931	0	16,8782
2748:03:00	18,2125	140,511	0	43,457	0	0	96,6138
2753:04:00	71,4996	541,447	598,411	0	0	0	0
2779:02:00	9,38075	132,763	0	35,6811	148,039	0	0
2815:01:00	3,02394	38,6583	0	3,79154	39,5377	4,90496	9,33775
2965:11:00	9,59637	10,6311	0	3,06601	26,1557	15,0473	9,91273
2970:09:00	6,02824	9,11475	0	4,82125	13,8075	12,9226	4,04944
3745	3,022731	84,63645	334,2816	28,70244	0	400,5594	25,61193
3746	0,3022731	8,463645	33,42816	2,870244	0	40,05594	2,561193
3759	41,478529	91,536405	91,441180	2,1731966	10,865983	290,50052	12,645169
Total	173,29546	1107,1106	1057,5619	235,51392	427,19270	2247,0677	491,60284

2815:01:00	2965:11:00	2970:09:00	3745	3746	3759	Total
4,48703	11,697	8,28319	9,3007	1,6413	207,3926461	416,01545
37,7367	147,31	26,6086	186,01485	32,82615	457,6820255	1829,7726
19,2092	6,27185	3,96547	180,90805	31,92495	457,2059023	1693,8302
3,05617	2,09099	3,82321	7,448159	1,314381	10,86598301	93,231313
42,3032	9,147	3,37054	54,63256	9,64104	54,32991503	472,2185
0	8,73606	9,32354	324,4824	57,2616	1452,502644	3063,6638
8,91679	9,53169	0	125,83315	9,413055	63,22584735	542,78438
0	1,51568	2,8186	33,607045	1,015060	45,8074127	184,01798
7,08575	0	8,91845	22,232345	2,919375	66,93193259	182,49706
2,90876	7,81811	0	11,736375	1,71357	23,46800056	98,388595
20,47041	7,759404	15,31566	0	0	100,6277658	1020,9877
2,047041	0,7759404	1,531566	0	0	17,75784102	109,79384
9,1614825	13,386386	4,6936001	20,12555316	3,551568	0	591,55958
157,38253	226,04011	88,652426	4721,321187	3899,222	6716,797916	21548,761

11 Situación de la red y nuevos escenarios propuestos

Una vez realizadas todas las actualizaciones anteriormente descritas en nuestros softwares procederemos a realizar la simulación de nuestra red que nos permitirá obtener las nuevas situaciones del tráfico que se generarán.

Una vez simulada nuestra red propondremos tres nuevos escenarios, en los que añadiremos algunos elementos con el fin de intentar mejorar la circulación en la red y además intentarán reducir el uso del vehículo privado, encaminándonos a esos nuevos modelos de ciudades más verde y sostenibles, creando acceso peatonal, ya que actualmente es inexistente una conexión completa que conecte nuestra zona de actuación con ningún otro punto de la ciudad y una buena comunicación mediante transporte público.

Una vez realizadas las simulaciones de la red tanto en la situación inicial como los 3 nuevos escenarios propuestos analizaremos diferentes parámetros, que nos permitirán determinar si esas nuevas actuaciones además de fomentar una ciudad más sostenible, mejorarán la circulación en coche.

11.1 Situación inicial

En la actualidad nuestra zona de actuación dispone de un uso mayoritariamente industrial, por lo que la manera de acceder a ella es mediante una única entrada ya que el número de vehículos que accede a la zona no es muy elevado y el tráfico es perfectamente fluido sin necesidad de crear más accesos. Manteniendo la situación de las carreteras actuales con nuestro nuevo modelo también tendríamos una única entrada para nuestro nuevo uso como un número mucho más elevado de asistentes sobre todo en los días en los que se acojan eventos.

Además, al tratarse de una zona con un uso mayoritariamente industrial, no dispone de ninguna línea que conecte dicha zona con el centro de la ciudad mediante transporte público. Por último, también se ha observado que la zona no tiene un acceso peatonal para que los visitantes que quieran acercarse desde las zonas próximas o desde el centro de la ciudad puedan hacerlo sin necesidad de coger el coche.

A continuación, se muestra una imagen de esta primera situación de la que se dispone inicialmente:

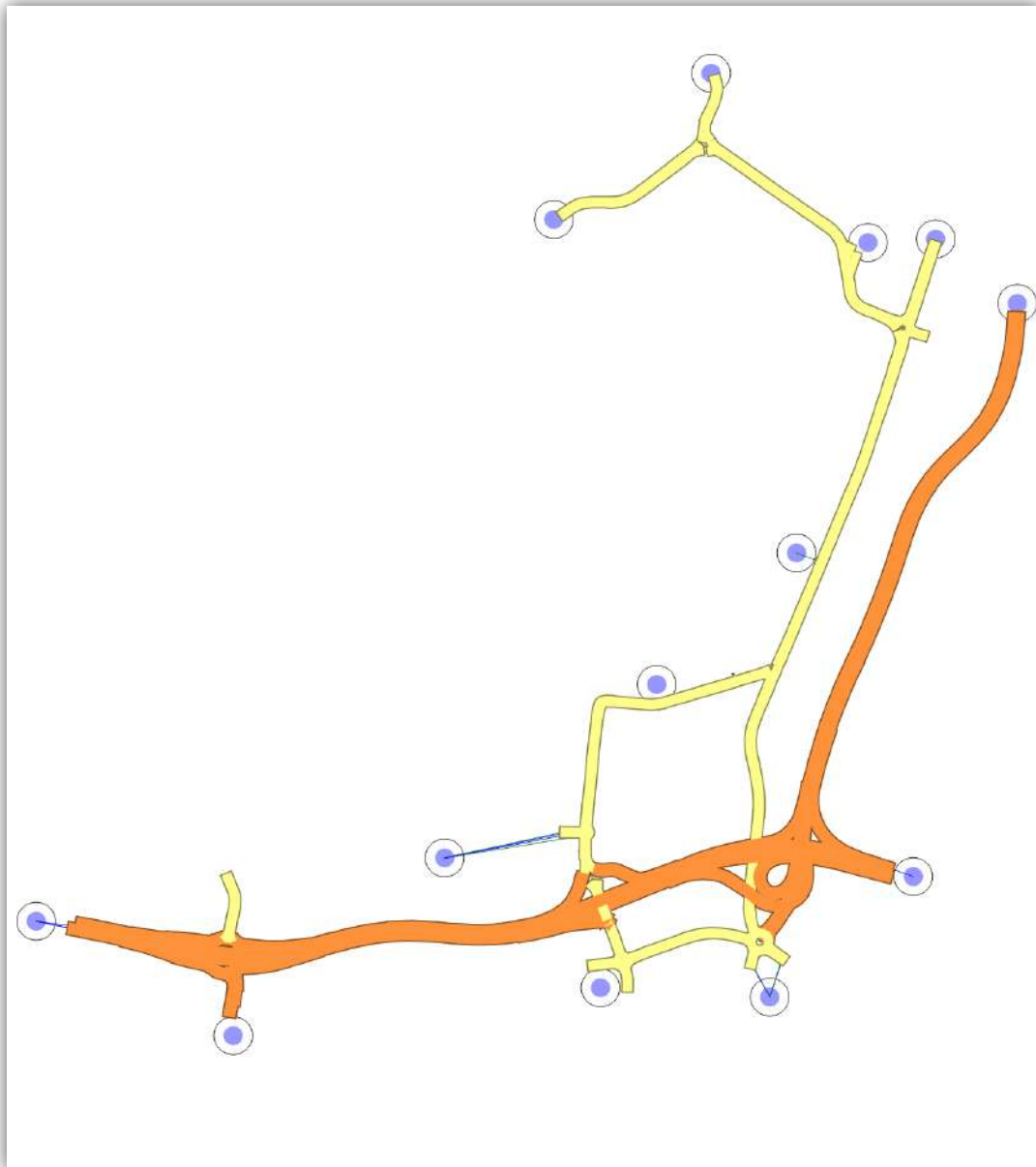


Ilustración 15: Situación inicial en AIMSUN

11.2 Escenario 1: Nueva carretera

Como ya hemos mencionado al describir la situación inicial nuestra zona de actuación solo dispone actualmente de un acceso a la zona, lo que dificultará la entrada de los vehículos con nuestro nuevo uso ya que, en las celebraciones de ferias, congresos, eventos... las entradas de los vehículos suelen concentrarse en las horas punta, lo que podría generar en la carretera de acceso grandes congestiones. Además, al disponer de

una sola forma de acceso a la zona, el hecho de producirse la desafortunada situación de desencadenarse un accidente puede generar que los vehículos no tengan ninguna opción para acceder a la zona.

Por ello como primera medida se propone la construcción de una nueva carretera que permita el acceso a la nueva zona mediante dos entradas, dando más posibilidades de acceso a la zona, y permitiendo generar una mejor comunicación de la misma.

A continuación, se muestra una la nueva situación de la zona en la que aparece ya la nueva carretera que se va a disponer:

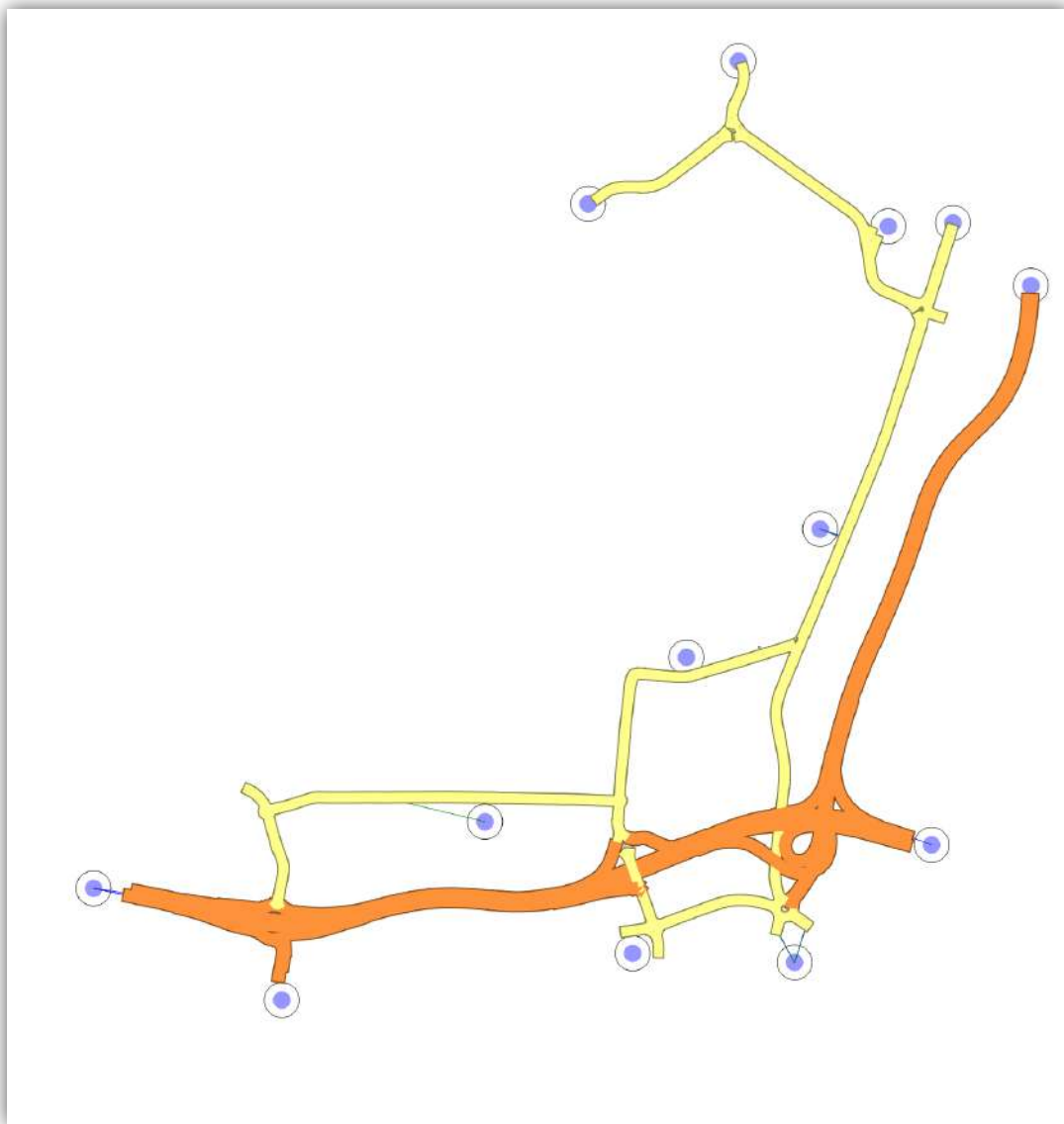


Ilustración 16: Situación nueva carretera

11.3 Escenario 2: Acceso peatonal

La zona en la actualidad no dispone de un buen acceso peatonal que fomente que las personas de las zonas más cercanas puedan desplazarse hasta la misma, sin necesidad de utilizar el coche.

Por ello se propone como segunda medida la construcción de una pasarela peatonal que conecte la zona más céntrica que dispone de aceras, con la zona de nuevo uso que carece de ellas. Además, se propone la construcción de unas nuevas aceras en toda la zona nueva, que permitan una buena movilidad a pie por la misma.

11.3.1 Modelización acceso peatonal AIMSUN

Para la creación de esta nueva pasarela y las correspondientes aceras en el software AIMSUN hemos dispuestos una nueva configuración de centroides peatonales, que contará con un total de 4, que harán referencia a la zona de nuevo uso y a las 3 zonas de la parte más central de Torrelavega que se pueden conectar con la red de aceras que ya disponen.

A continuación, se definirá el trazado en planta de nuestra nueva zona peatonal, asignándole a la misma el tipo de sección de área peatonal, junto con las correspondientes trayectorias que serán permitidas en las mismas.

Por último, se introducirá una nueva matriz Origen-Destino de peatones, estimando que un 30% de las personas de las zonas céntricas sustituirán sus viajes en coche por acceder a la zona andando debido a las nuevas facilidades.

A continuación, se muestra la nueva matriz Origen-Destino de peatones que se ha introducido:

id: name	3987	3988	3991	3992
3987	0	1,065470461	12,44355877	27,46092153
3988	5,327352306	0	0,09068193	2,5390935
3991	62,21779382	0,49239	0	1,5
3992	137,3046077	9,847845	1,5	0

Con todo ellos ya podemos realizar la nueva simulación de la red con las nuevas modificaciones y ver y analizar los cambios que se han producido en la misma.

La siguiente imagen muestra el resultado de introducir la nueva situación de la pasarela y las aceras en la red:

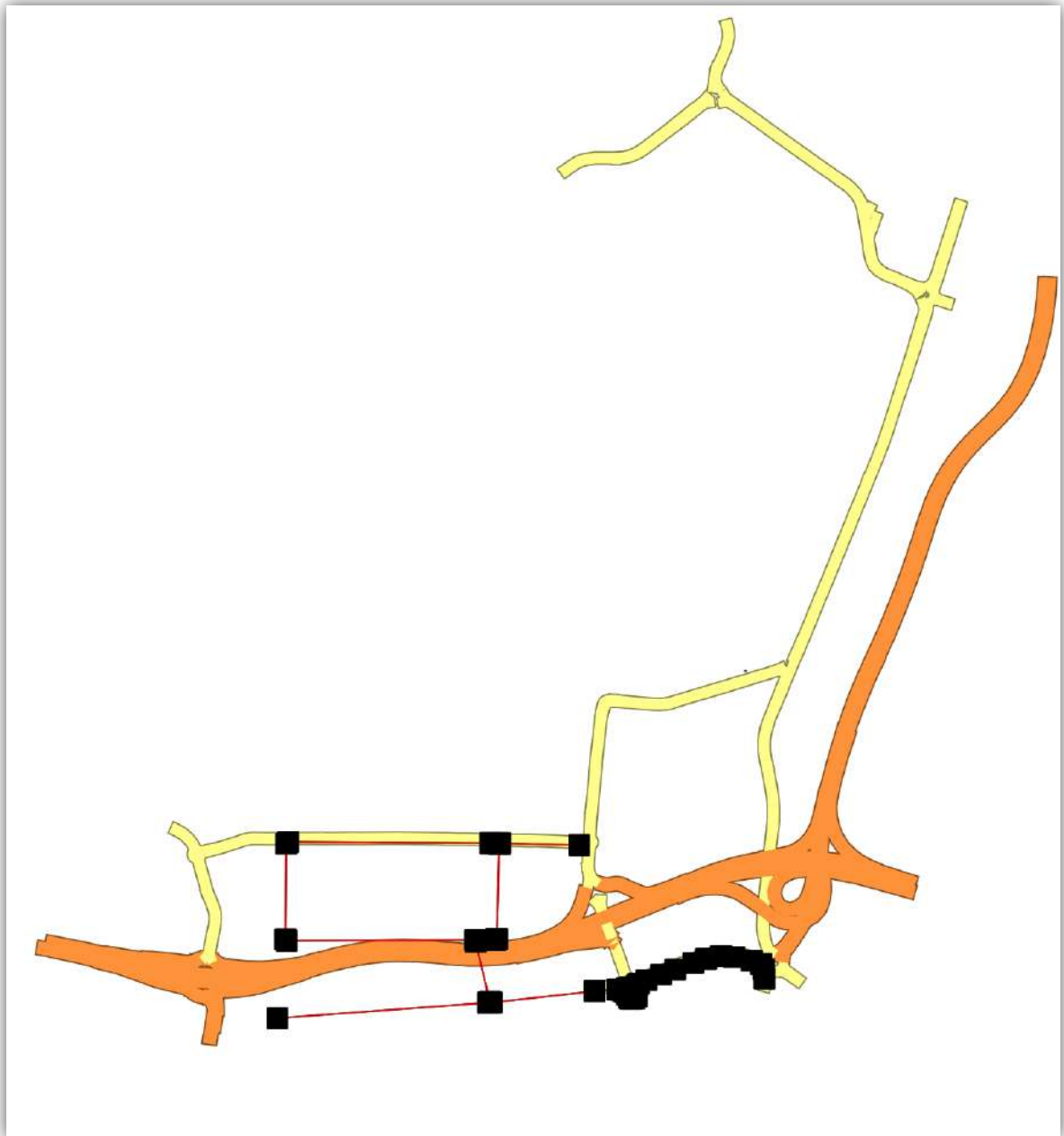


Ilustración 17: Situación zona de acceso peatonal

11.4 Escenario 3: línea de transporte público

Por último, la zona se encuentra carente de ningún tipo de conexión mediante transporte público, por lo que se propone implantar una línea de autobús que conecte la zona centro de Torrelavega, partiendo desde la terminal de autobuses, hasta el nuevo centro multiusos.

La frecuencia con la que contará esta línea será elevada, cada 15 minutos, como medida para fomentar inicialmente la utilización de esta nueva línea por parte del mayor número de personas posible, en sustitución del coche, intentando promover una ciudad más sostenible.

Además, debido al gran problema de aparcamiento que presenta la ciudad de Torrelavega y las grandes dimensiones que presenta el aparcamiento que hemos creado para el centro multiusos, este será utilizado como aparcamiento disuasorio en la ciudad para los días lectivos, permitiendo a la población que se desplace desde otros municipios a Torrelavega estacionar su coche en dicho aparcamiento y desplazarse al centro con esa línea de transporte público que será mantenida a diario, o mediante la nueva conexión peatonal también establecida.

11.4.1 Modelización de la línea de autobús en AIMSUN

Modelamos la nueva línea de autobús incorporándola dentro de nuestro transporte público, marcando el recorrido de la misma, introduciendo nuestra frecuencia de 15 minutos, un tiempo de parada de 60 segundos ya que se trata de autobuses lanzadera que solo tendrán dos paradas, una en el centro y la otra en la zona del centro multiusos en las que se producirá la subida y bajada de todos los viajeros.

A continuación, se muestra una imagen del recorrido efectuado por la nueva línea de autobús establecida:

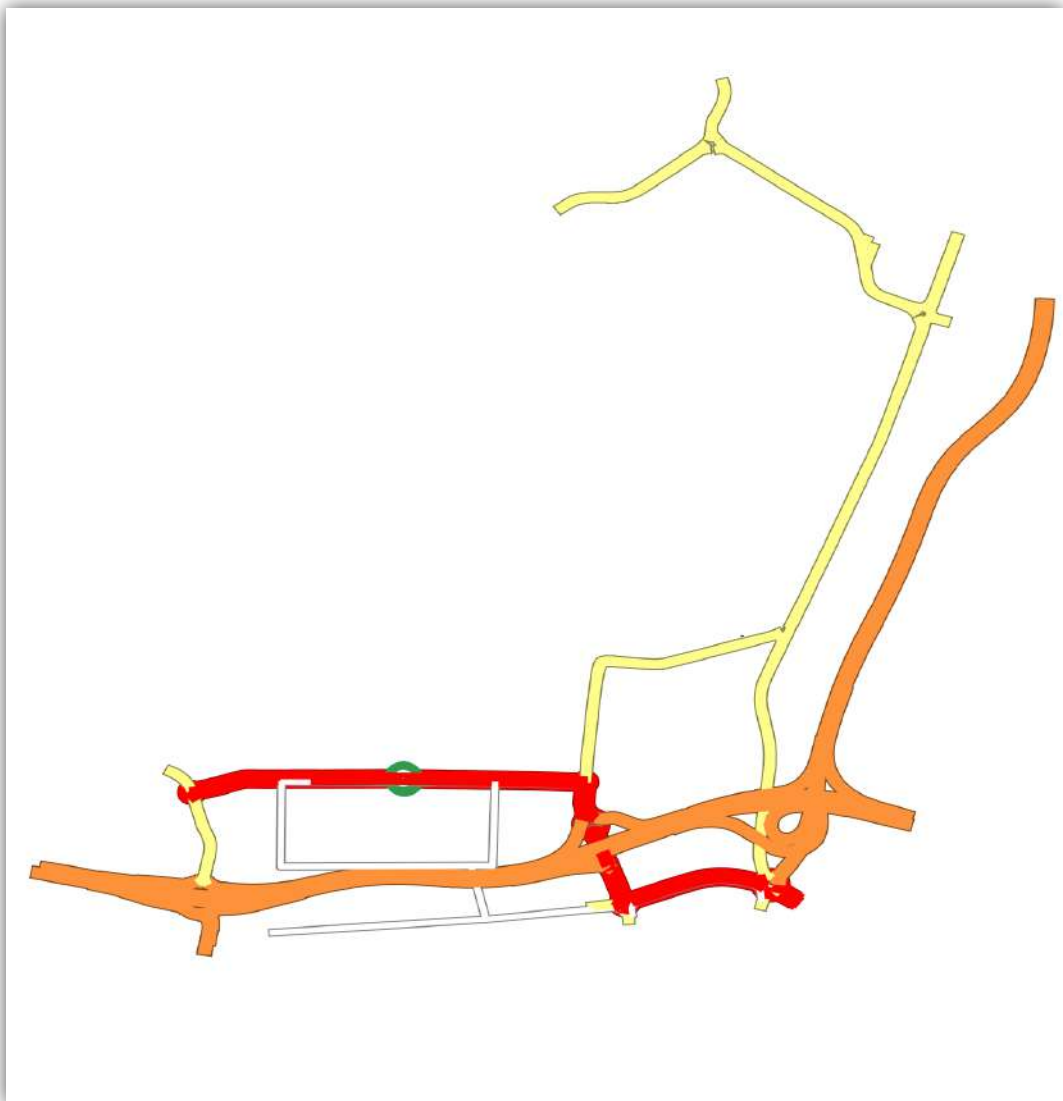


Ilustración 18: Recorrido nueva línea de autobús

12 Análisis de los escenarios

Tras la realización de las simulaciones de todos los escenarios propuestos, hemos procedido a la evolución de las principales variables de cada uno de ellos.

Las variables analizadas son:

- El flujo (veh/h)
- La densidad (veh/km)
- El número de paradas (#/veh/km)
- El tiempo de demora (seg/km)
- El tiempo de parada (seg/km)
- La cola media (veh)
- La velocidad (km/h)

12.1 El flujo

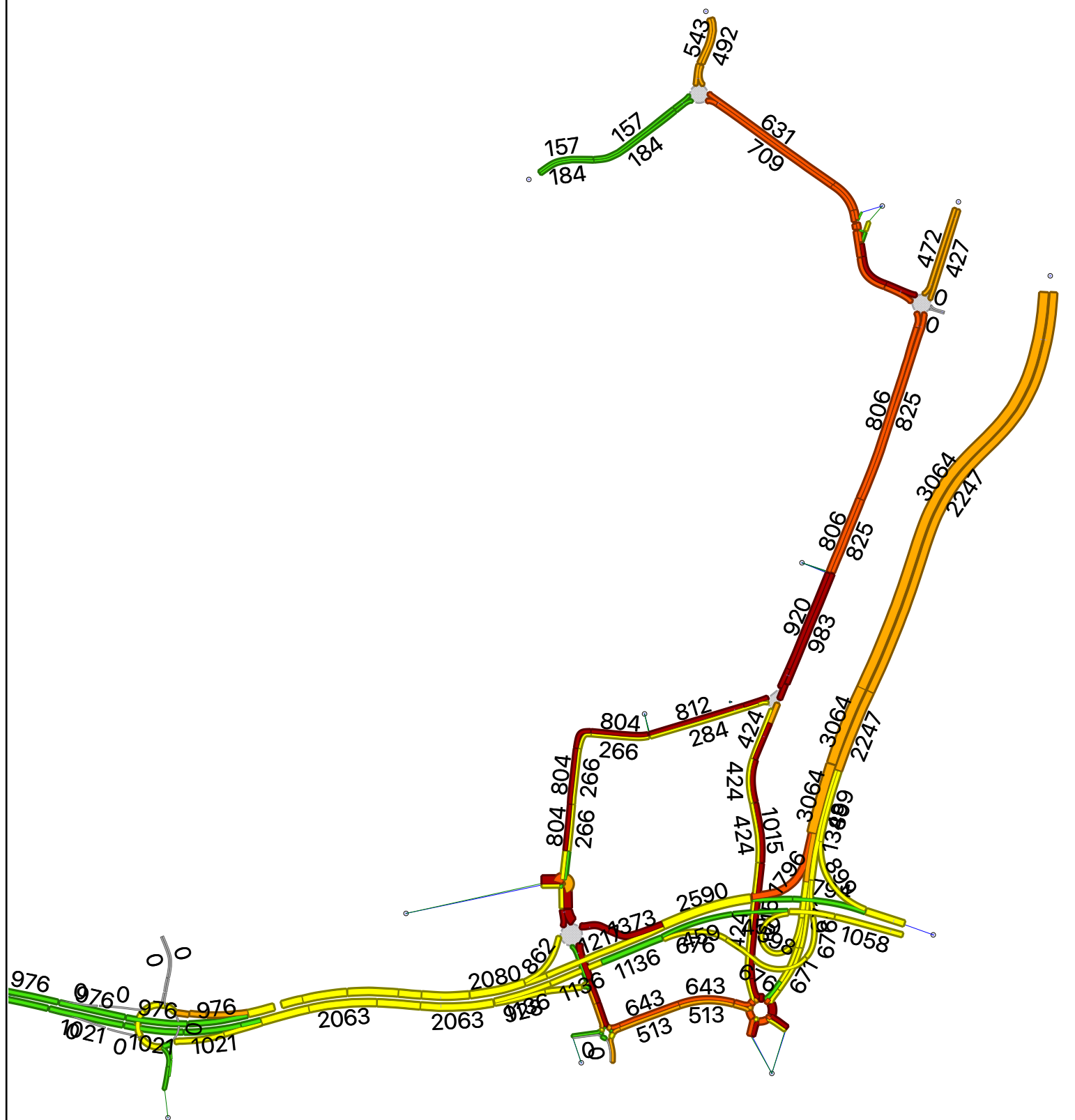
El análisis del flujo nos permite entender las características y el comportamiento que presentan las vías de nuestra red.

A continuación, se muestra una tabla en la que se recogen los flujos de secciones que pertenecen a diferentes vías de la red, las cuales presentan diferentes características, y los cambios que presentara el mismo debido a los diferentes escenarios que se han propuesto.

Además, para ver de forma gráfica y más clara las zonas que presentan mayores problemas se adjuntan los planos con los flujos de los diferentes escenarios que hemos propuestos.

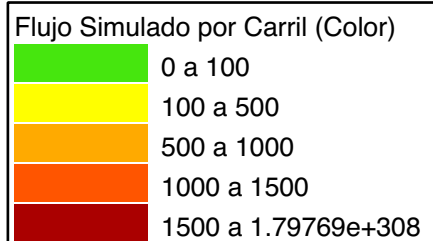
	Sección	ESCENARIO INICIAL		ESCENARIO 1: CARRETERA NUEVA
		Flujo	Ratio V/C	Flujo
CARRETERA NACIONAL	2304	919,54	102,17	919,54
	2316	805,55	89,51	805,55
	2952	805,55	89,51	805,55
AUTOVÍA SANTANDER TORRELAVEGA	2469	2790,3	41,12	2688,74
	2494	1995,83	85,52	1894,27
	2498	3063,66	72,94	3063,66
	2502	3063,66	72,94	3063,66
	2568	1372,92	124,81	1084,59
	2569	1372,92	124,81	1084,59
	2576	3063,66	72,94	3063,66
ACCESO DESDE TORRELAVEGA CENTRO	2542	643,07	80,38	603,78
	2554	643,07	80,38	603,78
	2555	643,07	80,38	603,78
	2618	1500,38	187,55	903,73
	2649	803,83	100,48	774,87
	2656	803,83	100,48	774,87
	2670	870,88	54,43	855,01
ACCESO A LA ROTONDA DE ENTRADA	2611	2633,57	329,2	1397,74
	2634	2633,57	329,2	1397,74
AUTOVÍA ASTURIAS	3357	2079,65	49,52	2835,48
	3398	1103,33	52,54	1862,01
	3406	2079,65	49,52	2835,48
	3444	1103,33	52,54	1862,01
ACCESO CARRETERA SUPERIOR	2285	812,05	101,51	748,31
	2596	803,86	100,48	738,54
	2602	803,86	100,48	738,54
	3640	803,86	100,48	738,54
	3648	803,86	100,48	738,54
RAMAL DE LA AUTOVÍA	2639	927,51	44,17	266,75
	2641	696,55	33,17	128,86
	2722	2063,13	32,75	1418,88
	2723	927,51	44,17	266,75

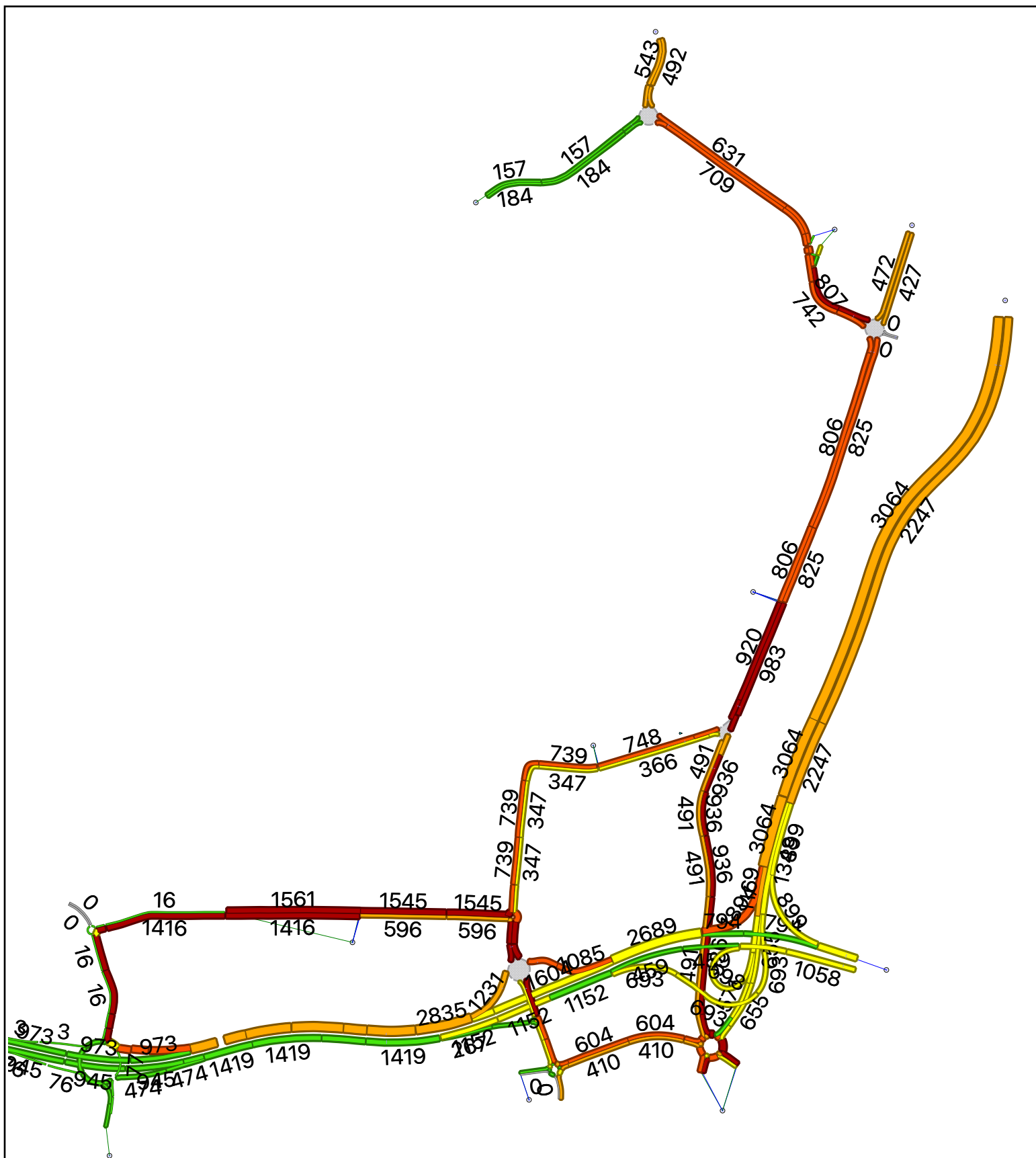
	ESCENARIO 2: ACCESO PEATONAL		ESCENARIO 3: LÍNEA TTE. PÚBLICO	
Ratio V/C	Flujo	Ratio V/C	Flujo	Ratio V/C
102,17	919,54	102,17	919,54	102,17
89,51	805,55	89,51	805,55	89,51
89,51	805,55	89,51	805,55	89,51
42,68	2639,72	41,9	2615,28	41,51
90,2	1845,24	87,87	1820,81	86,71
72,94	3063,66	72,94	3063,66	72,94
72,94	3063,66	72,94	3063,66	72,94
98,6	1044,52	94,96	1037,28	94,3
98,6	1044,52	94,96	1037,28	94,3
72,94	3063,66	72,94	3063,66	72,94
75,47	566,14	70,77	551,54	68,94
75,47	566,14	70,77	551,54	68,94
75,47	566,14	70,77	551,54	68,94
112,97	808,29	101,04	767,81	95,98
96,86	682,6	85,33	650,84	81,36
96,86	682,6	85,33	650,84	81,36
53,44	759,54	47,47	724,8	45,3
174,72	1242,63	155,33	1213,14	151,64
174,72	1242,63	155,33	1213,14	151,64
67,51	2752,31	65,53	2694,35	64,15
88,67	1779,19	84,72	1721,36	81,97
67,51	2752,31	65,53	2694,35	64,15
88,67	1779,19	84,72	1721,36	81,97
93,54	665,45	83,18	648,53	81,07
92,32	658,79	82,35	641,85	80,23
92,32	658,79	82,35	641,85	80,23
92,32	658,79	82,35	641,85	80,23
92,32	658,79	82,35	641,85	80,23
12,7	242,04	11,53	231,86	11,04
6,14	125,69	5,99	116,97	5,57
22,52	1428,22	22,67	1430,48	22,71
12,7	242,04	11,53	231,86	11,04



1. Situación inicial

200 m

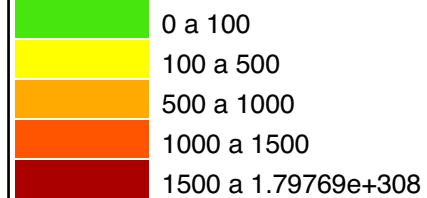


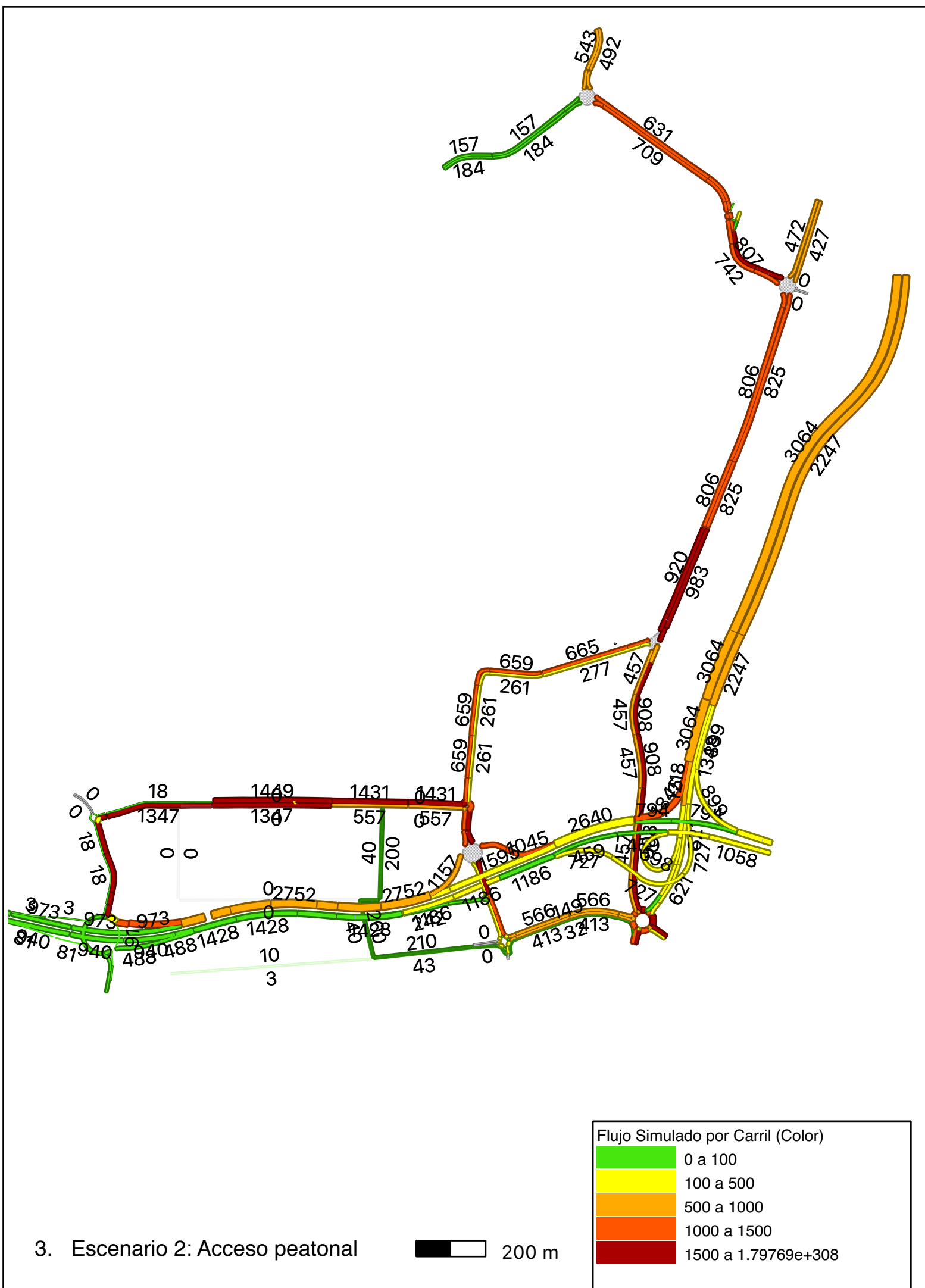


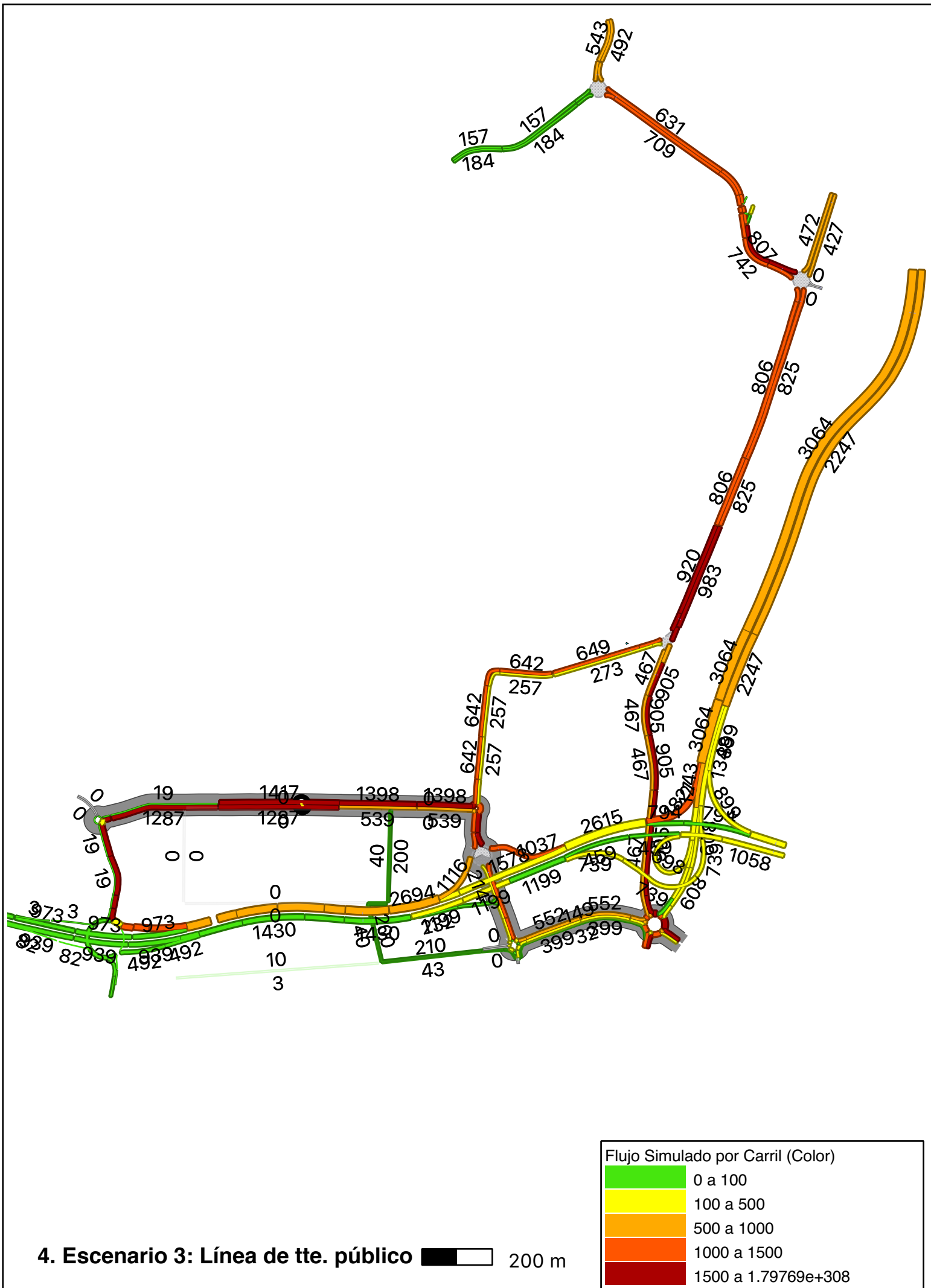
2. Escenario 1: Carretera nueva

200 m

Flujo Simulado por Carril (Color)







4. Escenario 3: Línea de tte. público  200 m

Como se puede observar en los datos y planos mostrados anteriormente, las vías que presenta mayores problemas en la situación inicial son: la autovía que conecta Santander con Torrelavega, y la carretera de acceso único al centro multiusos. Con la primera propuesta de construcción de una segunda carretera de acceso a la zona hemos conseguido reducir notablemente el flujo de vehículos en la carretera de entrada, aunque este sigue siendo elevado. Por su parte la autovía de acceso desde Santander no percibirá una mejora debido a esta propuesta, ya que la salida es directamente desde la autovía a la primera entrada al centro multiusos. Las otras dos propuestas siguientes no tienen efectos en estas dos vías, ya que están destinadas a mejorar la circulación desde la zona centro de Torrelavega.

Por otro lado, la autovía A-8, en su ramal de salida hacia la zona del centro multiusos presenta un flujo bastante elevado, que llega a afectar incluso a la circulación de la autovía en la situación inicial, como se puede ver en la siguiente imagen:

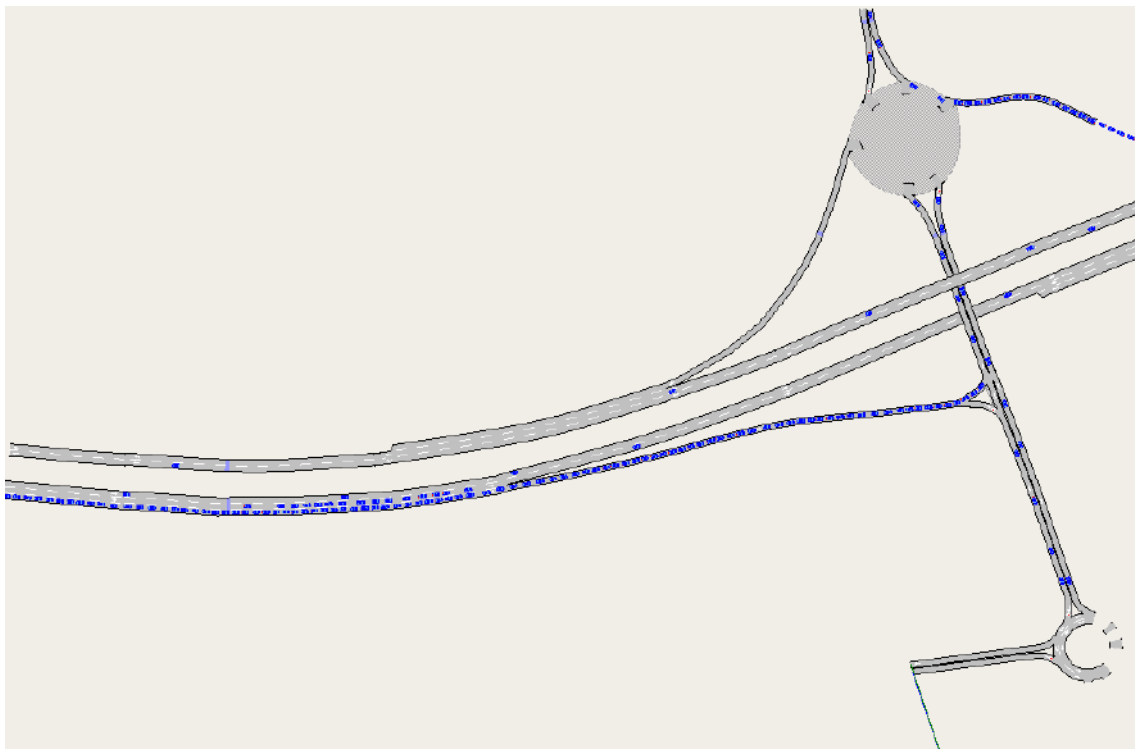


Ilustración 19: Ramal autovía congestionado

Esto se soluciona al introducir la primera propuesta ya que los vehículos para acceder directamente por la nueva carretera construida. A continuación, se muestra el resultado una vez se ha introducido la primera propuesta:

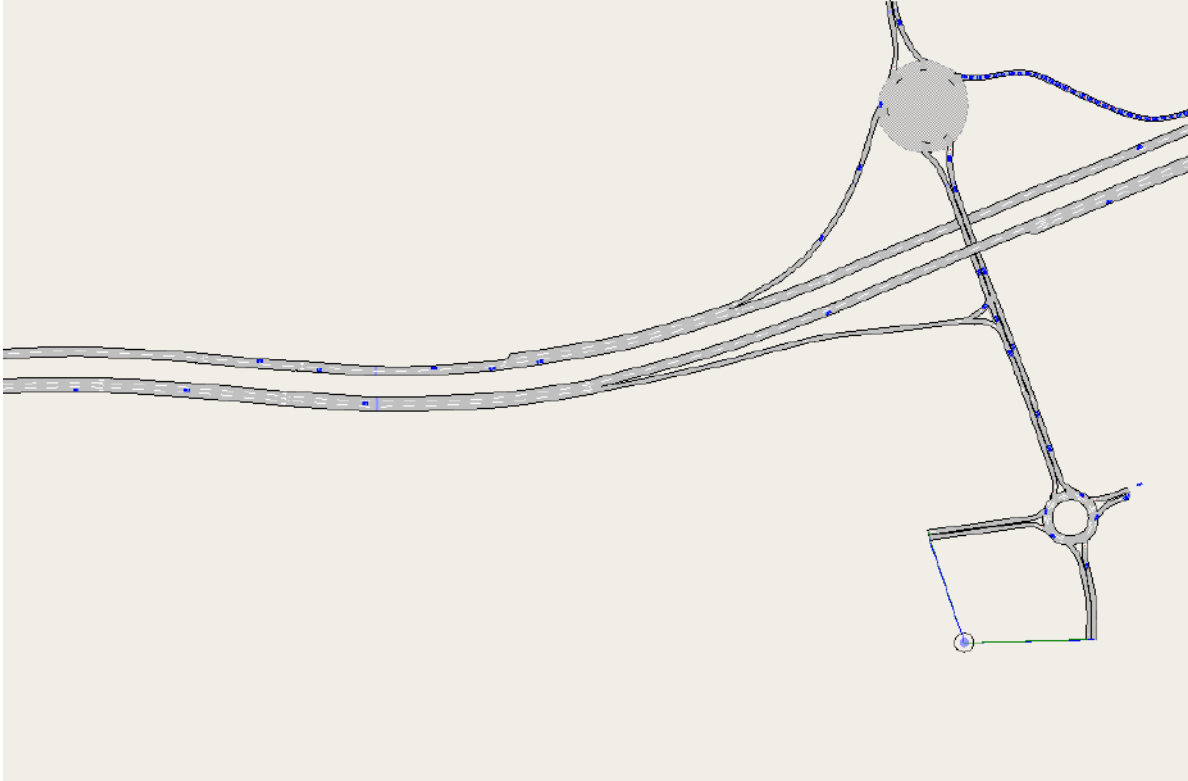


Ilustración 20: Autovía y ramal introducida la nueva carretera

Por su parte, las vías de acceso desde la zona centro de Torrelavega presentan un flujo inicial también elevado, que se reduce notablemente tras implantar tanto el acceso peatonal, como la línea de autobús, mejorándose así la circulación desde dicha zona.

Además, la autovía A-8 en dirección Asturias, que en la situación inicial presenta un flujo bastante reducido, con la construcción de la nueva carretera ve incrementado el mismo sobre todo en la zona del ramal de salida.

Por último, la carretera nacional que conecta la zona del centro multiusos por la parte superior apenas ve modificado su flujo con ninguna de las medidas que se han propuesto realizar.

12.2 La densidad

La densidad hace referencia a la cantidad de vehículos que se concentran por cada km de la red. Cuanto más elevadas sean las densidades que presente nuestra red más saturada se encontrará la misma, las velocidades serán más bajas, el número de paradas más elevado y con ello el nivel de servicio menor.

A continuación, se muestra la densidad de la red en las 4 situaciones que se han simulado:

	Unidades	Situación inicial	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Densidad - Coche	veh/km	30,74	24,15	17,67	16,79

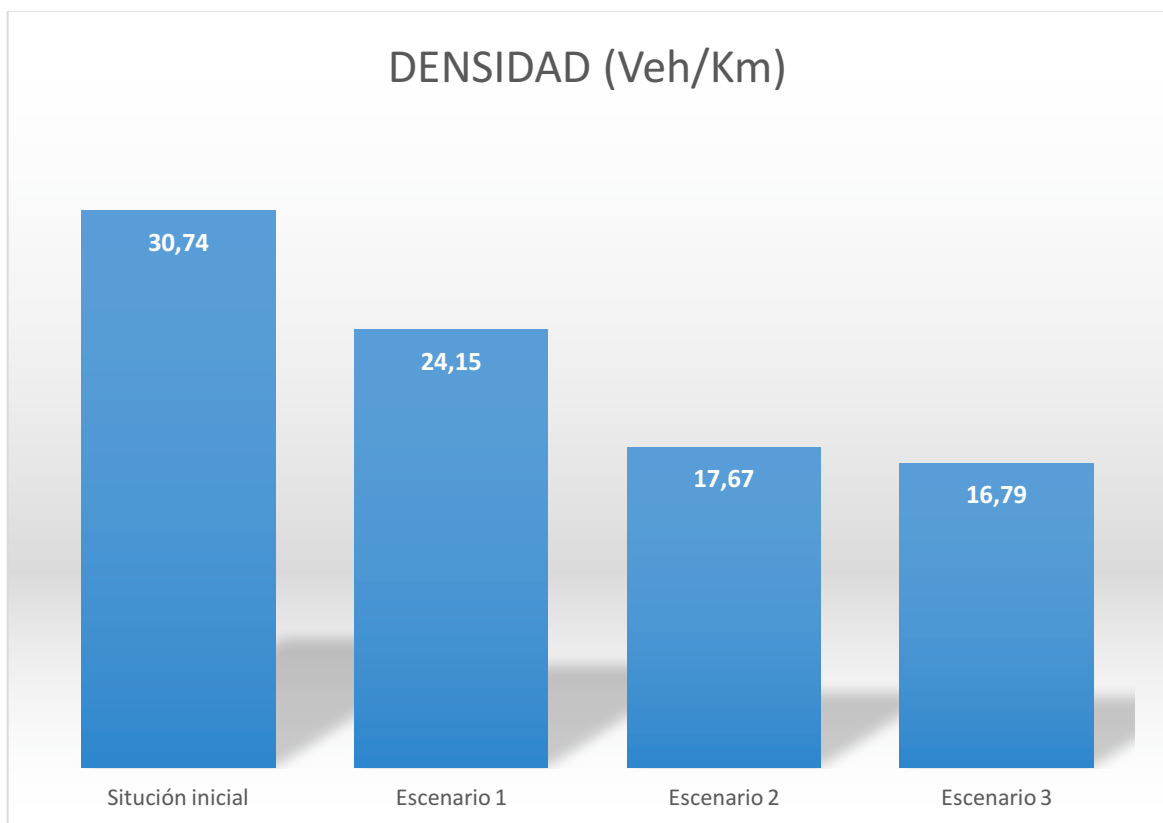


Ilustración 21: Variación densidad

Como se puede observar con el gráfico anterior, que muestra la evolución que presentan las densidades de la red a medida se van implementando cada una de las medidas propuestas la densidad va mejorando notablemente, aunque algunas zonas sigan presentando congestión como se ha visto en los planos de flujo que se han mostrado anteriormente

12.3 La cola media

Se puede definir como el número de vehículos que se encuentran en una cola. Cuanto mayor sea el número de vehículos de la cola mayor será el tiempo de parada y por consiguiente la duración de los viajes.

A continuación, se muestra la evolución de la cola media en las diferentes situaciones que hemos planteado:

	Unidades	Situación inicial	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Cola Media - Coche	veh	877,69	669,88	664,21	617,29

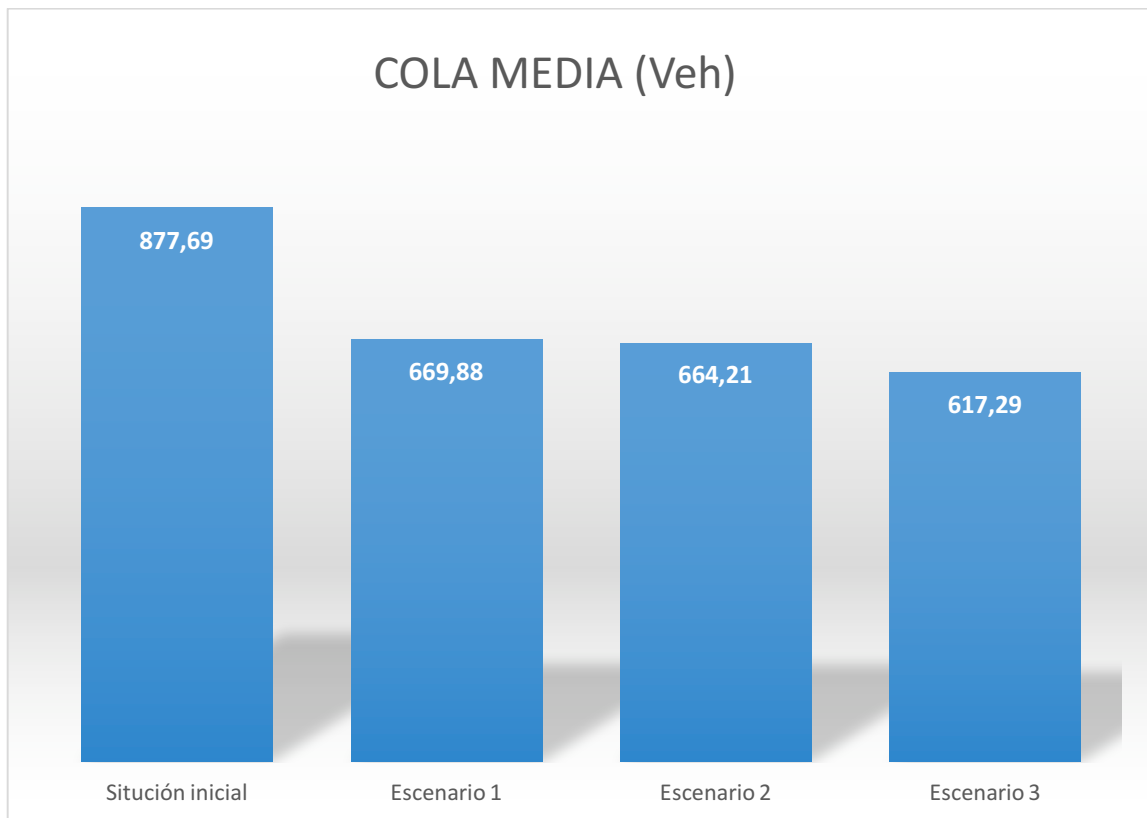


Ilustración 22: Variación colas medias

Al igual que en el caso del parámetro anterior se produce una mejora sustancial, con la implementación de la primera medida, ya que esta reduce notablemente la cola media. Pero el valor sigue siendo elevado ya que algunas de las vías siguen presentando un tráfico congestionado.

12.4 El tiempo de demora

Se puede definir como el tiempo que transcurre desde que un vehículo se detiene al final de una cola hasta que el vehículo parte de la línea de parada. Este parámetro también está vinculado con el nivel de servicio de la red, ya que cuanto mayor sea el tiempo de demora peor será el nivel de servicio.

A continuación, se disponen los tiempos de demora que presenta la red en las 4 situaciones propuestas:

	Unidades	Situación inicial	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Tiempo de Demora – Coche	seg/km	97	75,76	75,13	73,47

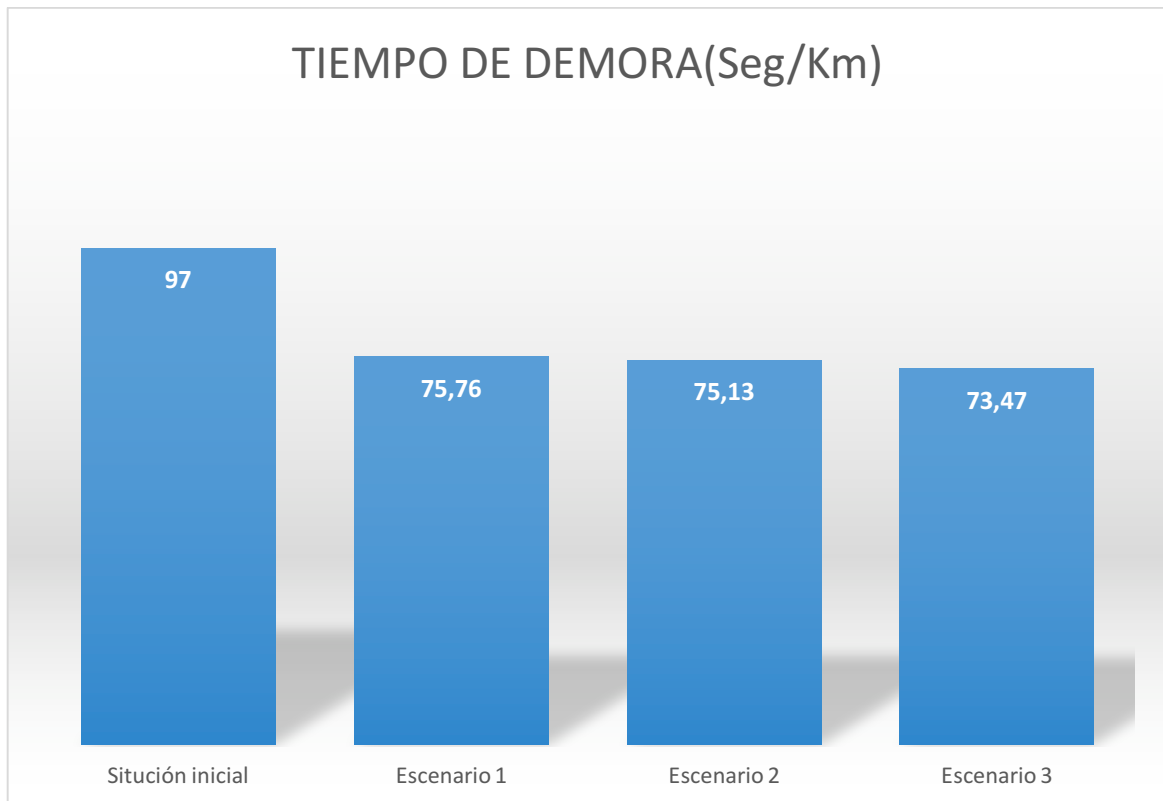
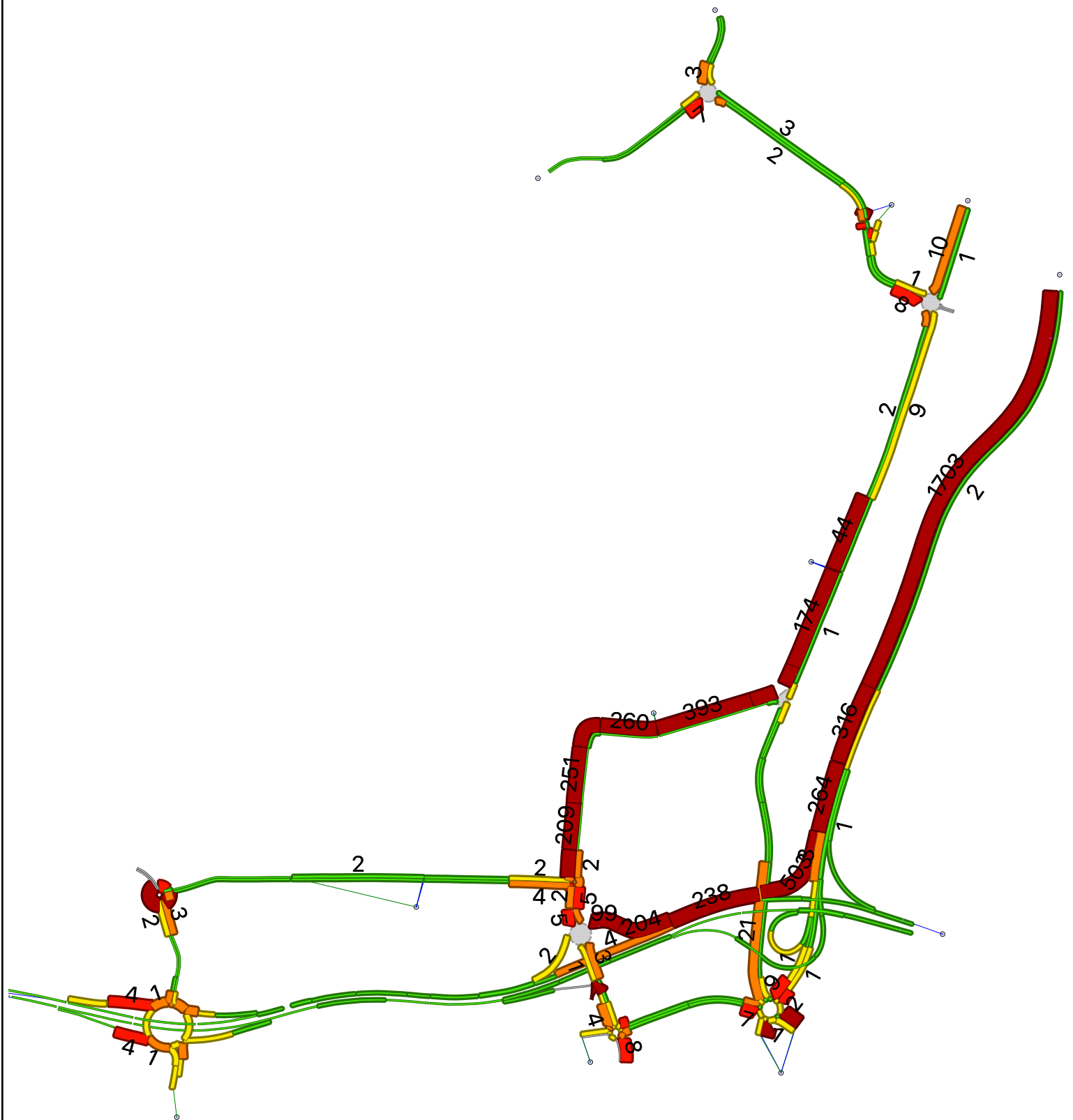


Ilustración 23: Variación tiempo de demora

Para ver cuáles son las vías en las que se concentran los tiempos de demora elevados y la evolución que presentan los mismos con la implementación de las diferentes medidas implementadas se muestran a continuación los siguientes planos:



2. Escenario 1: Carretera nueva

200 m

Tiempo de Demora Simulado (Color)

	-1 a 0
	0 a 10
	10 a 25
	25 a 50
	50 a 75
	75 a 1.79769e+308

La grafica muestra una clara reducción del tiempo de demora al pasar de la situación inicial, con una única vía de acceso a la zona, a la segunda situación en la que se incorpora la nueva carretera. Al observar el plano vemos que esa reducción de los tiempos de demora se concentra principalmente en tres puntos. El primer punto es el ramal de salía de la autovía A-8 que elimina por completo los tiempos de espera al incorporar la nueva carretera. El segundo punto es el acceso por la parte superior a la zona del centro de congresos que reduce muy notablemente esos tiempos de espera. Y el tercer punto es la autovía que conecta Santander con Torrelavega, que también reduce sus tiempos de espera, pero en menor medida que los anteriores, presentando tiempo de espera todavía bastante elevados.

Las siguientes medidas tienen una reducción prácticamente insignificante en cuanto a los tiempos de demora se refiere, ya que afectan a la conexión del espacio multiusos con el centro de Torrelavega, la cual presenta tiempos de demora muy bajos o inexistentes.

12.5 Tiempo de parada

El tiempo de parada se puede definir como el tiempo en segundos que se encuentra detenido un vehículo por cada kilómetro recorrido. Este parámetro al igual que el anterior está ligado con las colas que se generan en las vías, la fluidez de las mismas, ya que cuanto mayor sea el tiempo de parada menos fluida será la circulación y con el nivel de servicio.

A continuación, se muestra la tabla que representa la evolución de los tiempos de parada:

	Unidades	Situación inicial	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Tiempo de Parada - Coche	seg/km	88,64	69,67	69,3	69,3



Ilustración 24: Variación tiempo de parada

El tiempo de parada presenta una evolución similar al parámetro anterior, reduciéndose notablemente con la primera incorporación y sin apenas presentar cambios con las dos siguientes. Si mostráramos esto en el plano como hemos hecho con el parámetro anterior los puntos que concentrarían los tiempos de paradas más elevados serían los mismos que en ese caso.

12.6 La velocidad

La velocidad media que presentan los vehículos de la red también es buen indicativo de la eficacia que presenta la misma, ya que cuanto más se aproximen dichas velocidades a las velocidades máximas permitidas más se encaminará a la situación de flujo libre y cuanto más se aleje mayor será la aproximación a la situación de colapso. Además, también cuanto más se aproxime la velocidad media de los vehículos a las máximas permitidas mejor será el nivel de servicio que presentan las vías.

A continuación, se muestran las variaciones que presentación las velocidades medias en

la red, con las distintas modificaciones que hemos ido incorporando, que han sido poco sustanciales. También se muestran dos planos con la situación inicial y final, una vez se han incorporado todas las modificaciones, que nos permiten ver cuáles son las vías que presentan velocidades próximas a las máximas y aquellas que se alejan de ellas.

	Unidades	Situación inicial	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Velocidad - Coche	km/h	54,92	55,76	55,41	56,49

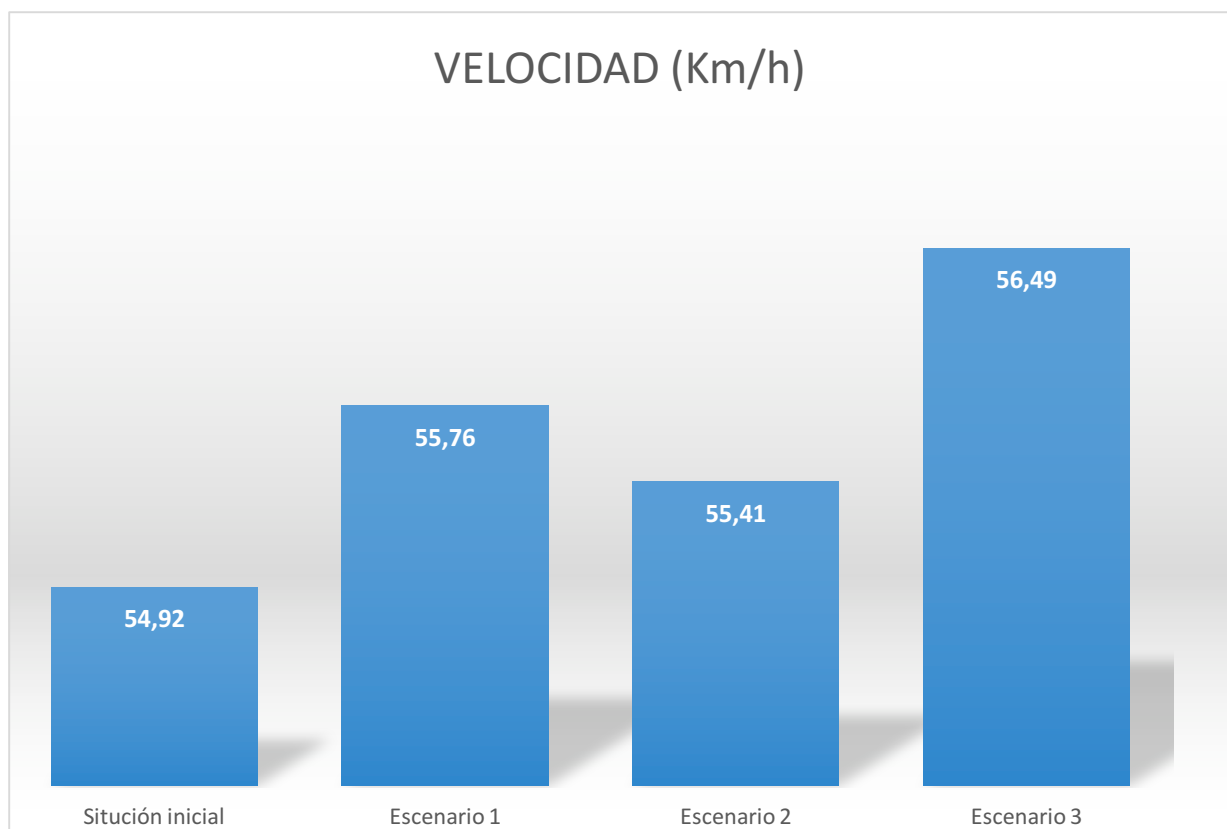
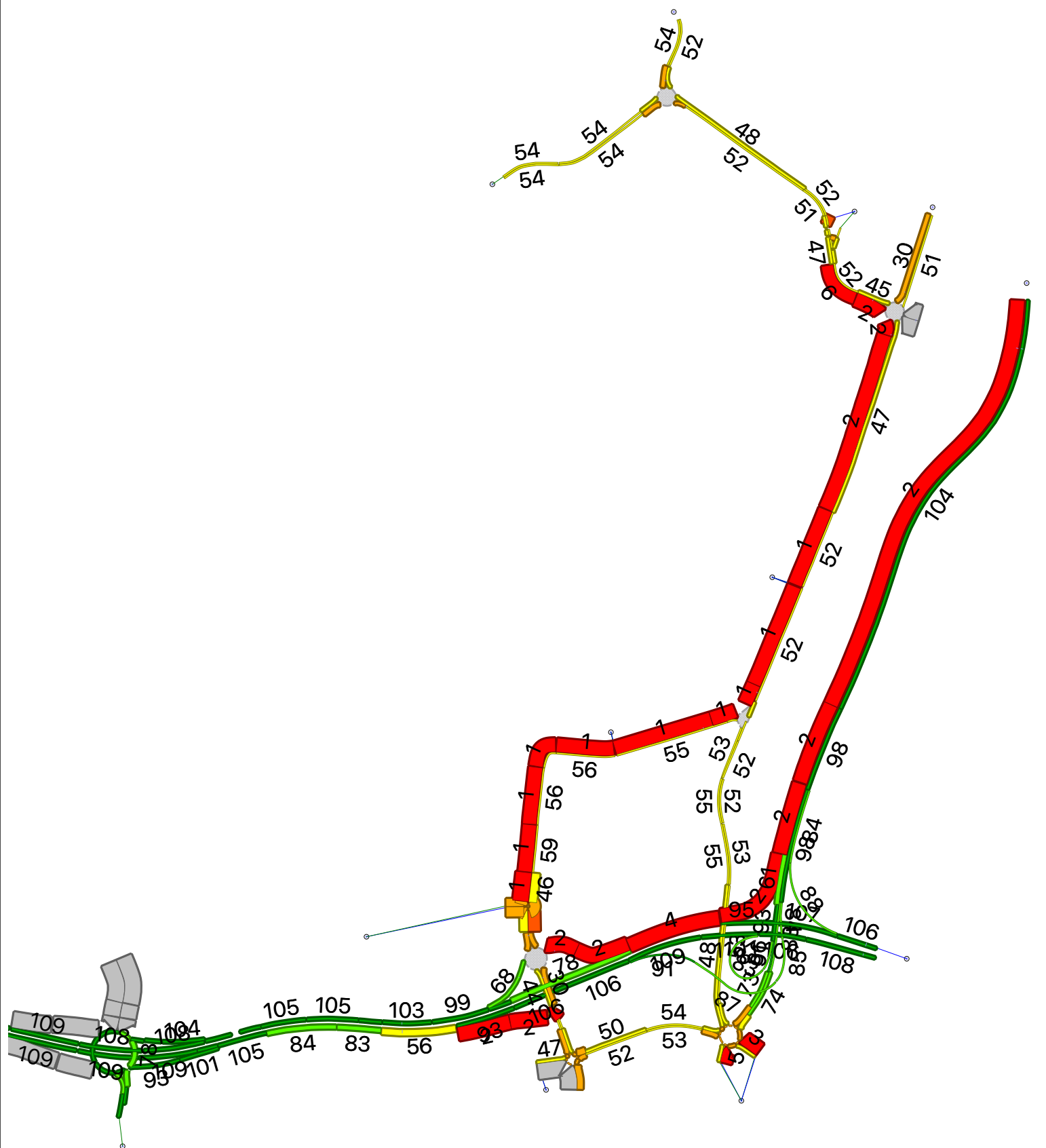


Ilustración 25: Variación velocidades

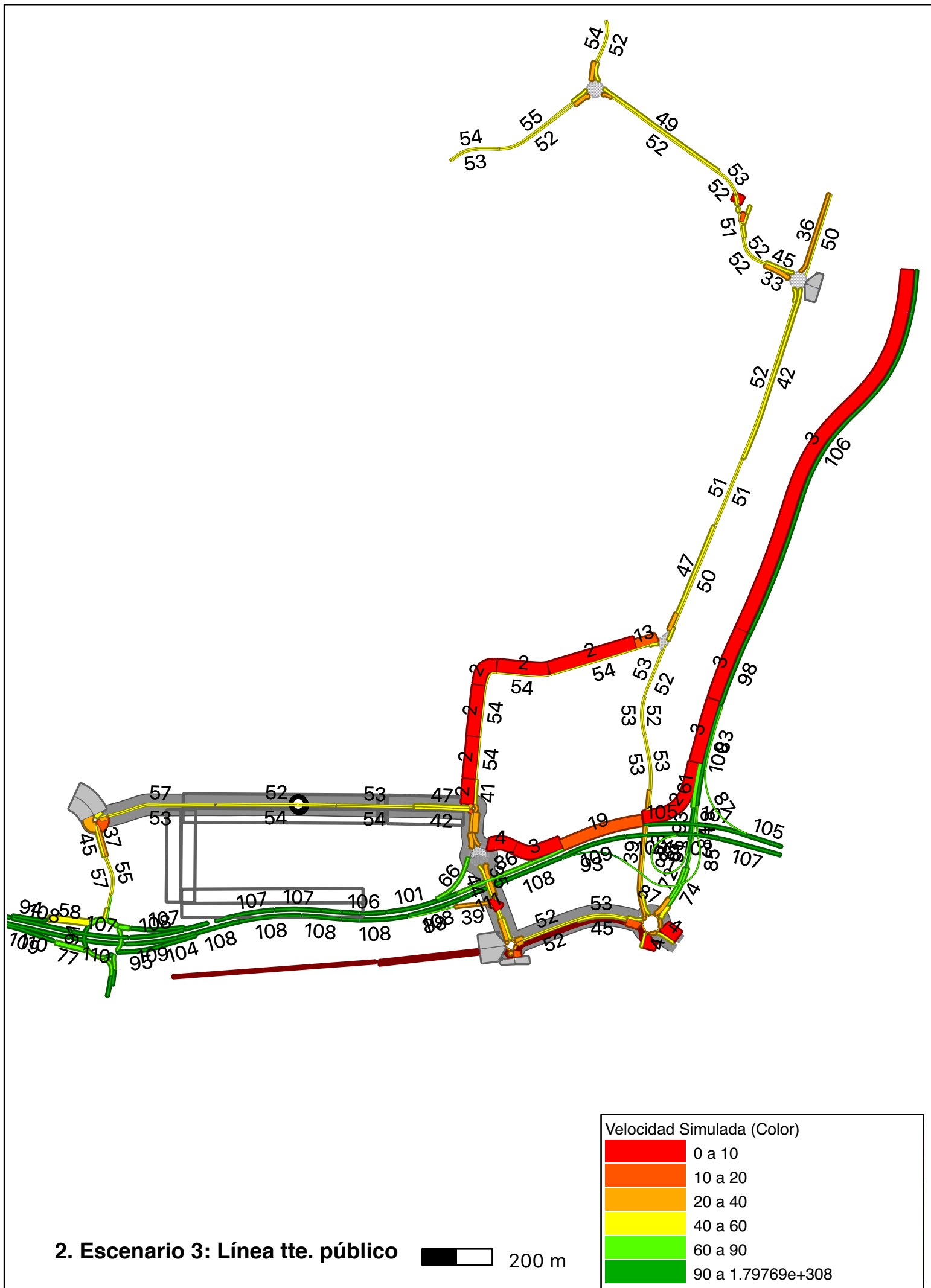


1. Situación inicial

200 m

Velocidad Simulada (Color)

Red	0 a 10
Orange	10 a 20
Yellow	20 a 40
Light Green	40 a 60
Dark Green	60 a 90
Dark Green	90 a 1.79769e+308



Como se puede ver en la gráfica la velocidad media de la red no experimenta grandes modificaciones cuando se implementan las diferentes medidas. Esto se debe a que como se puede observar en el mapa las velocidades de las diferentes vías se mantienen prácticamente similares en las diferentes situaciones a excepción de la autovía A-8 en dirección Vargas, con su correspondiente ramal de salida, que pasa de presentar una velocidad muy alejada de la máxima de la vía, a presentar con la incorporación de la nueva carretera una velocidad muy próxima a la máxima, con un tráfico muy fluido.

Además, al realizarse las simulaciones también se puede observar que tanto la autovía A-8 en su dirección a Asturias como las carreteras de acceso desde el centro de Torrelavega presentan velocidades muy próximas a las máximas de dichas vías, disponiendo de un tráfico fluido en las mismas, con niveles de servicio buenos entre el B y el C. Por el contrario, tanto la Autovía que conecta Santander con Torrelavega, como la vía de acceso al centro multiusos por la parte superior presentan velocidades que se alejan considerablemente de las máximas de la zona, con una congestión de la vía, aproximando a un nivel de servicio F.

13 Conclusiones

La ciudad de Torrelavega presenta en la actualidad un continuo y progresivo decrecimiento de población, unido a la pérdida de esa identidad de ciudad industrial característica de esta población, lo que implica también la pérdida de numerosos puestos de trabajo. La escasez de empleo que se genera es uno de los motivos por los que la población joven abandona Torrelavega en busca de lugares que ofrezcan más posibilidades laborales. Para intentar solventar estos problemas hemos llevado a cabo una reforma urbanística total del área industrial de Sniace, reconvirtiéndola en una zona destinada al ocio, cultura, entretenimiento...

Pero un factor fundamental para el desarrollo y que una nueva apuesta urbanística funcione es la conexión de la misma con los principales núcleos urbanos de los que atraerá visitantes. Por ello con el estudio y las simulaciones realizadas, hemos buscado como principal objetivo establecer comunicaciones tanto peatonales, como mediante transporte público más ágiles, además de intentar mejorar los viales de acceso a la zona de actuación.

Las simulaciones se han realizado para las horas punta de acceso a la zona de actuación de los días en los que el centro de congresos acogerá ferias, convenciones, eventos... que principalmente serán fines de semana, y que serán los que tendrán más afluencia de público y en los que se producirán mayores problemas y congestiones en las vías de acceso.

En base a los resultados de las simulaciones realizadas de las cuatro situaciones de escenarios propuestos se puede concluir que las tres medidas propuestas han tenido un impacto que ha mejorado la circulación de la red viaria.

La primera medida es la que ha tenido un mayor impacto, ya que la construcción de una nueva carretera ha facilitado el acceso a la zona por dos entradas diferenciadas. Esto ha mejorado notablemente las densidades, los tiempos de demora y de parada y reducido la cola media, tanto de la autovía que conecta Santander con Torrelavega como de la carrera nacional. A pesar de esta sustancial mejora ambas vías siguen presentando tiempos, densidades y colas elevadas, que junto con unas velocidades medias que se alejan considerablemente de las máximas permitidas en la red indican que nos

encontramos ante unas vías congestionadas con un nivel de servicio F.

Por otra parte, la autovía A-8 en dirección Vargas ha presentado una sustancial mejora con la construcción de esa nueva carretera ya que todas las variables analizadas anteriormente han mejorado considerablemente. Al introducir un nuevo acceso la mayor parte de los coches que tenían que desviarse por ese ramal de la autovía para entrar a la única entrada existente pasarán a acceder a la zona por la nueva vía, desapareciendo los tiempos de parada, de espera y las colas y aproximando las velocidades medias de circulación a las velocidades máximas de las vías, pasando a disponer de un tráfico fluido, con un buen nivel de servicio B.

La segunda medida implementada, no ha tenido un impacto tan elevado en la mejora de las variables que se han estudiado, ya que tan solo se producirá una mejora reducida de las variables en la vía que conecta la zona céntrica de Torrelavega con el centro multiusos. Pero la construcción de la pasarela y conexión de la zona peatonalmente será una buena medida para fomentar, que un gran número de personas que se desplacen desde Torrelavega puedan acceder andando, potenciando así el desarrollo de una ciudad más sostenible.

La última medida, que se ha propuesto implementando una línea de autobuses que conecte la zona con el centro de la ciudad tiene unas consecuencias similares en lo que se refiere a las variables de la circulación en coche en la vía. Pero por otra parte es una medida que al igual que la anterior, va encaminada a potenciar un transporte más sostenible. La frecuencia que se ha dispuesto a la línea es elevada intentado potenciar que cada vez más usuarios utilicen el transporte público en sustitución del vehículo privado. Además, debido a que la ciudad de Torrelavega presenta en la actualidad numerosos problemas de aparcamiento se va a aprovechar el aparcamiento del centro multiusos como parking disuasorio los días lectivos manteniendo la frecuencia de los autobuses para fomentar que la gente que viene de otros municipios aparque el coche en dicho parking y se desplace con la línea de autobuses o andando con la conexión peatonal establecida.

A pesar de las medidas que se han implementado la autovía que conecta Santander con Torrelavega sigue teniendo unas variables con unos valores desfavorables,

encontrándose la vía en congestión. Por lo que para intentar mejorar esta situación se podría implementar una línea de autobuses lanzadera con una frecuencia elevada, los días que en el centro multiusos se dispusieran de eventos, que conectarán la zona con el centro de Santander, intentando que el mayor número posible de viajeros que accedan desde esta zona utilicen el transporte público en sustitución del vehículo privado.

Además, para intentar reducir esa congestión todavía elevada en dicha autovía se podrían realizar unas modificaciones en el vial existente de acceso, disponiendo en él un nuevo carril en cada uno de los sentidos, dejando una carretera de acceso de dos carriles para cada sentido, que reduciría esa congestión dejando un tráfico mucho más fluido en esa entrada que presentaría una gran carga de vehículos.